SPÉCIFICATION D'ENTREPRISE

Octobre 1992 **HN 64-S-41**

Appareillage modulaire sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tension assignée égale à 24 kV

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE / CENTRE DE NORMALISATION


PAGE BLANCHE

EDF
SPÉCIFICATION TECHNIQUE

HN 64-S-41
Octobre 1992
4ème édition

Titre

Appareillage modulaire sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tension assignée égale à 24 kV
(A.C - metal enclosed extensible switchgear and controlgear for 24 kV rated voltage.)

Document(s) associé(s)

Résumé

Cette spécification technique s'applique à l'appareillage préfabriqué modulaire sous enveloppe métallique pour courant alternatif destiné a être installé à l'intérieur d'un poste MT/BT, pour une tension assignée de 24 kV et pour une fréquence de 50 Hz.

(This technical specification applies to extensible prefabricated metal - enclosed switchgear and controlgear for A.C., to be installed in MV/LV substation for 24 kV rated voltage and 50 Hz rated frequency.)

Auteurs

J. GAUTHIER (DER-ERMEL)
J.Y. PRUNIERE (DEGS-STE)
S. MAZZONI (DER-IPN)
G. SONZOGNI (DER-ERMEL)

Diffusion

EDF-IPN
EDA REPRO
Bât L
1, avenue du Général De Gaulle 92140 Clamart

Editeur

EDF-Centre de Normalisation
1, avenue du Général De Gaulle 92140 Clamart
Tél : 33(1)47 65 43 31


PAGE BLANCHE

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

Depuis l'édition d'avril 1979 de la spécification HN 64-S-41, un nouveau produit, "l'appareillage monobloc", correspondant à la spécification HN 64-S-42 de juillet 1990, est apparu et permet désormais de répondre à certains schémas simples de tableaux HTA/BT de Distribution Publique ou de Client.

Cette spécification a redéfini les fonctionnalités et les performances requises, ainsi que les conditions d'essais, en restant homogène avec les recommandations de la CEI dans tous les cas où cela a été possible.

La même démarche a été poursuivie lors de la révision de la spécification HN 64-S-41 de 1979, applicable à l'appareillage modulaire constituant les postes HTA/BT de Distribution Publique ou de Client, et quel qu'en soit le schéma ; cette démarche a abouti à la rédaction du présent document.

Dans la suite du texte, l'appellation "MT" sera utilisée à la place de "HTA".

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

Cette spécification technique s'applique à l'appareillage préfabriqué modulaire sous enveloppe métallique pour courant alternatif destiné à être installé à l'intérieur d'un poste MT/BT de distribution publique ou de livraison client, pour une tension assignée de 24 kV et pour une fréquence de 50 Hz. Dans la suite du texte, le terme "tableau" sera souvent utilisé pour "appareillage". Elle annule et remplace la spécification HN 64-S-41 d'avril 1979.

1.2 *Fonctions de l'appareillage*

L'appareillage est constitué de différentes Unités Fonctionnelles (U.F.) dont les schémas unifilaires sont présentés en annexe A.

1.2.1 *Unité fonctionnelle "Arrivée directe" (Figure 1 annexe A)*

Le rôle de l'unité fonctionnelle "arrivée directe" est d'assurer une liaison directe entre le réseau et le jeu de barres du tableau.
Cette unité fonctionnelle comprend un dispositif de raccordement du câble arrivée et les moyens permettant la réalisation des opérations d'exploitation suivantes:

- mise à la terre et en court-circuit des extrémités du câble d'arrivée par sectionneur de terre;
- injection de tension et de courant sur les conducteurs;
- contrôle de l'état de tension du câble d'arrivée.

NOTE - Cette U.F. n'est utilisée que pour l'alimentation en simple dérivation, des postes de distribution publique ou de client à comptage BT.

1.2.2 *Unité fonctionnelle "Arrivée interrupteur" (Figure 2 annexe A)*

Le rôle de l'unité fonctionnelle "arrivée interrupteur" est d'alimenter le tableau MT par le réseau moyenne tension. Un interrupteur-sectionneur permet les manœuvres d'ouverture et de fermeture, à vide ou en charge (exceptionnellement fermeture sur court-circuit), et le sectionnement de la liaison.
Cette unité fonctionnelle comprend en outre un dispositif de raccordement du câble d'arrivée et les moyens permettant la réalisation des opérations d'exploitation suivantes :

- mise à la terre et en court-circuit des extrémités du câble d'arrivée par sectionneur de terre;
- injection de tension et de courant sur les conducteurs;
- contrôle de l'état de tension du câble d'arrivée;
- contrôle de la concordance des phases avec les autres U.F. arrivée.

1.2.3 *Unité fonctionnelle "Interrupteur-fusibles" (Figure 3 et 4 annexe A)*

Le rôle d'une unité fonctionnelle "interrupteur-fusibles" est d'alimenter un transformateur de poste MT/BT ou une installation de client dans les conditions définies dans la norme NF C 13-100. Un interrupteur-sectionneur permet d'effectuer les manœuvres d'ouverture et de fermeture, à vide ou en charge, (exceptionnellement fermeture sur court-circuit) et le sectionnement du circuit dérivé. Des fusibles associés ou combinés assurent la protection du réseau MT amont contre les courts-circuits pouvant affecter le circuit dérivé jusqu'aux protections BT.
Cette unité fonctionnelle comprend en outre un dispositif de raccordement du câble d'alimentation du transformateur et les moyens permettant la réalisation des opérations d'exploitation suivantes:

- mise à la terre et en court-circuit en aval et éventuellement en amont, des fusibles par sectionneur de terre;
- contrôle de l'état de tension en aval des fusibles.

Eventuellement, elle peut comporter trois transformateurs de courant (TC) entre le point de raccordement du sectionneur de terre aval et les fusibles.

1.2.4 *Unité fonctionnelle "Transformateurs de Tension" (Figure 5 annexe A)*

Le rôle de l'unité fonctionnelle "transformateur de tension" est d'alimenter à partir du jeu de barres du tableau des dispositifs de comptage MT et éventuellement un dispositif de protection.

Le circuit principal de cette unité fonctionnelle comporte:

- une fraction de jeu de barres;
- un sectionneur ou un dispositif de sectionnement permettant les manœuvres d'ouverture et de fermeture à vide ou en charge, des transformateurs de tension et le sectionnement des circuits principaux;
- trois transformateurs de tension;
- trois fusibles MT.

Le circuit secondaire de cette unité fonctionnelle comporte:

- des fusibles BT;
- un dispositif de sectionnement BT assurant une séparation certaine du circuit de tension du comptage (3 phases et neutre) des secondaires des T.T;
- des barrettes de sectionnement dans le cas où les transformateurs de tension alimentent également des circuits de protection (annexe B, figure B.2).

Les dispositifs de protection et séparation B.T. sont contenus dans un compartiment plombable, accessible de l'extérieur de l'U.F. "transformateur de tension".

1.2.5 *Unité fonctionnelle "Disjoncteur" (Figure 6 et 7 annexe A)*

Le rôle d'une unité fonctionnelle "disjoncteur" est d'alimenter une installation MT "client" à partir du jeu de barres du poste de livraison EDF. Un disjoncteur permet d'effectuer les manœuvres d'ouverture et de fermeture à vide, en charge et sur court-circuit, ainsi que la protection du réseau MT amont contre les courts-circuits pouvant affecter les circuits client.
Deux types d'unités fonctionnelles assurent cette fonction de protection générale.

1.2.5.1 *Unité fonctionnelle "Départ barres" (Figure 6 annexe A)*

Le circuit principal de cette unité fonctionnelle comporte:

- une fraction de jeu de barres (jeu de barres côté réseau);
- un sectionneur (la fonction de sectionnement peut être également réalisée par débrochage du disjoncteur);
- un disjoncteur;
- éventuellement, trois transformateurs de courant pour l'alimentation d'un dispositif de protection par relais indirects, ou trois déclencheurs directs (ces derniers pouvant être placés en amont du disjoncteur);
- trois transformateurs de courant pour le comptage, avec éventuellement un deuxième enroulement secondaire bobiné sur un circuit magnétique séparé, pour l'alimentation d'un dispositif de protection par relais indirects;
- un deuxième sectionneur (fonction pouvant être réalisée également par débrochage du disjoncteur);
- une deuxième fraction de jeu de barres (jeu de barres du client).

1.2.5.2 *Unité fonctionnelle "Départ câbles" (Figure 7 annexe A)*

Le circuit principal de cette U.F. comporte:

- une fraction de jeu de barres;
- un sectionneur (la fonction de sectionnement peut être également réalisée par débrochage du disjoncteur);
- un disjoncteur;
- éventuellement, trois transformateurs de courant pour l'alimentation d'un dispositif de protection par relais indirects, ou trois déclencheurs directs (ces derniers pouvant être placés en amont du disjoncteur);
- trois transformateurs de courant pour le comptage, avec éventuellement un deuxième enroulement secondaire bobiné sur un circuit magnétique séparé, pour l'alimentation d'un dispositif de protection par relais indirects.

Cette unité fonctionnelle comprend en outre un dispositif de raccordement du câble d'alimentation des circuits client, et les moyens permettant la réalisation des opérations d'exploitation suivantes:

- mise à la terre et en court-circuit des extrémités du câble par sectionneur de terre;
- contrôle de l'état de tension du câble de liaison.

1.3 *Schémas*

Le schéma du tableau MT dépend:

a) du mode d'alimentation du tableau, cette alimentation pouvant se faire dans la majorité des cas:

- soit en simple dérivation;
- soit en double dérivation (le poste étant alimenté par l'une ou l'autre des deux dérivations issues de câbles différents);
- soit par une artère passant en coupure dans le poste.

b) du type de poste : poste de distribution publique ou de client.

c) du type de réseau, aérien ou souterrain, et du mode de conduite des ouvrages du distributeur (automatisme ou télécommande associés aux unités fonctionnelles arrivée interrupteur).

d) du mode de comptage de l'énergie électrique (pour un poste de client), celle-ci étant mesurée soit en basse, soit en moyenne tension.

Les schémas-types sont représentés sur les figures C1 et C2 de l'annexe C.
La figure C1 représente les schémas des postes de distribution publique ou de clients à comptage BT. La figure C2 représente les schémas de postes de clients à comptage MT.
La réalisation des schémas-types les plus utilisés implique l'assemblage des U.F. de la manière suivante:

1.3.1 *Alimentation en simple dérivation des postes de distribution publique ou de clients à comptage BT*

Le tableau comporte deux U.F.:

- une U.F. arrivée directe,
- soit une U.F. "interrupteur-fusibles", associés pour un poste DP,
- soit une U.F. "interrupteur-fusibles" combinés ou associés ou une U.F. "disjoncteur" départ câbles pour un poste client. Pour un poste client, le schéma comportant une U.F. arrivée directe et une U.F. "interrupteur-fusibles", peut être réalisé par superposition des deux U.F.

1.3.2 *Alimentation en simple dérivation des postes de clients à comptage MT*

Le tableau comporte trois U.F.:

- une U.F. "arrivée interrupteur";
- une U.F. "transformateurs de tension";
- une U.F. "disjoncteur" ou une U.F. "interrupteur-fusibles" combinés ou associés.

1.3.3 *Alimentation en double dérivation des postes de distribution publique et des postes de clients à comptage BT*

Le tableau comporte trois U.F.:

- deux U.F. "arrivée interrupteur". Chacune de ces U.F. comporte en outre une commande électrique conforme à la spécification HN 64-S-43 et un dispositif donnant l'information présence et absence de tension MT dont les caractéristiques sont définies en annexe B. Cet ensemble de 2 U.F. est destiné à être associé à un permutateur automatique de sources d'alimentation conforme à la spécification HN 45-S-41;
- soit une U.F. "interrupteur-fusibles" associés pour les postes DP;
- soit une U.F. "interrupteur-fusibles" combinés ou associés, ou une U.F. "disjoncteur" départ câbles pour les postes clients.

1.3.4 *Alimentation en double dérivation des postes de clients à comptage MT*

Le tableau comporte quatre U.F.:

- deux U.F. "arrivée interrupteur". Chacune de ces U.F. comporte en outre une commande électrique conforme à la spécification HN 64-S-43 et un dispositif donnant l'information présence et absence de tension MT dont les caractéristiques sont définies en annexe B. Cet ensemble de 2 U.F. est destiné à être associé à un permutateur automatique de sources d'alimentation conforme à la spécification HN 45-S-41;
- une U.F. "transformateurs de tension";
- soit une U.F. "disjoncteur", soit une U.F. "interrupteur-fusibles" combinés ou associés.

1.3.5 *Alimentation en coupure d'artère des postes de distribution publique ou de clients à comptage BT*

Le tableau comporte trois U.F.:

- deux U.F. "arrivée interrupteur". Les interrupteurs peuvent comporter des commandes électriques associées soit à un automatisme soit à une télécommande;
- soit une U.F. "interrupteur-fusibles" associés pour les postes DP;
- soit une U.F. "interrupteur-fusibles" combinés ou associés, ou une U.F. "disjoncteur" départ câbles pour les postes clients.

1.3.6 *Alimentation en coupure d'artère des postes clients à comptage MT*

Le tableau comporte quatre U.F.:

- deux U.F. "arrivée interrupteur". Les interrupteurs peuvent comporter des commandes électriques associées soit à un automatisme soit à une télécommande;
- une U.F. "transformateurs de tension";
- soit une U.F. "disjoncteur" soit une U.F "interrupteur-fusibles" combinés ou associés.

2 Références normatives

CEI 50(441) : (1984), *Chapitre 441 : Appareillage et fusibles.*

CEI 71-1 : (1976), *Coordination de l'isolement - Première partie : Termes, définitions, principes et règles.*

CEI 85 : (1984), *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.*

CEI 129 : (1984), *Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif.*

CEI 265-1 : (1983), *Première partie : Interrupteurs à haute tension pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV.*

CEI 271 : (1974), *Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.*

CEI 282-1 : (1985), *Première partie : Fusibles limiteurs de courant.*

CEI 298 : (1981), *Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 72,5 kV.*

CEI 932 : (1988), *Spécifications complémentaires pour l'appareillage sous enveloppe de 1 à 72,5 kV destiné à être utilisé dans des conditions climatiques sévères.*

CEI 376 : (1971), *Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf.*

CEI 420 : (1990), *Combinés interrupteurs-fusibles et combinés disjoncteurs-fusibles à haute tension pour courant alternatif.*

CEI 529 : (1989), *Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.*

CEI 694 : (1980), *Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension.*

NF C 13-100 : (Juin 1983), *Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique de deuxième catégorie.*

NF C 20-090 : (Juin 1975), *Sens de mouvement des organes de manœuvre des appareils électriques.*

NF C 32-201 : (Janvier 1987), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle (PVC) de tension nominale au plus égale à 450/750 V. Séries harmonisées.*

NF C 42-501 : (Mars 1973), *Transformateurs de tension monophasés : Caractéristiques.*

NF C 42-502 : (Février 1974), *Appareils de mesurage - Transformateurs de courant - Caractéristiques.*

NF C 64-070 : (Novembre 1977), *Couleurs de boutons-poussoirs et des voyants de signalisation.*

NF C 64-100 : (Juin 1989), *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension.*

NF C 64-110 : (Décembre 1976), *Disjoncteurs tripolaires : Règles complémentaires spéciales relatives aux durées de fonctionnement.*

NF C 64-120 : (Juillet 1964), *Déclencheurs directs à maximum de courant : Règles.*

NF C 64-130 : (Novembre 1977), *Interrupteurs et interrupteurs-sectionneurs - Règles.*

NF C 64-200 : (Décembre 1978), *Appareillage à haute tension pour courant alternatif - Coupe-circuit à fusibles à haute tension limiteurs de courant.*

NF C 64-210 : (Juin 1974), *Coupe-circuit à fusibles pour postes de transformation publics ou privés du type intérieur.*

UTE C 64-115 : (Février 1990), *Disjoncteurs tripolaires : Règles complémentaires spéciales pour la coupure des courants de transformateurs à vide.*

NF X 06-501 : (Septembre 1984), *Applications de la statistique - Introduction à la fiabilité.*

NF J 17-082 : (Juillet 1974), *Peintures marines - Mesure de l'adhérence par traction.*

NF T 30-049 : (Avril 1985), *Peintures et vernis - Revêtements à usage extérieur - Essai de vieillissement artificiel.*

NF X 41-002 : (Août 1975), *Essai au brouillard salin.*

NF X 50-500 : (Décembre 1978), *Durée de vie et durabilité des biens - Vocabulaire.*

NF X 60-010 : (Juin 1984), *Vocabulaire de maintenance et de gestion des biens durables.*

NF X 60-500 : (1983), *Terminologie relative à la fiabilité - Maintenabilité - Disponibilité.*

NF X 60-510 : (Décembre 1986), *Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes - Procédures d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets.*

NF X 60-520 : (Mai 1988), *Prévisions des caractéristiques de fiabilité, maintenabilité et disponibilité.*

ISO 4628-3 : (1982), *Peintures et vernis - Evaluation de la dégradation des surfaces peintes - Désignation de l'intensité, de la quantité et de la dimension des types courants de défauts - Partie 3 : Désignation du degré d'enrouillement.*

HN 33-S-23 : (Novembre 1981), *Câbles isolés au polyéthylène réticulé de tension assignée 12/20 kV pour réseaux de distribution.*

HN 45-S-41 : (En projet) , *Permutation automatique des sources d'alimentation d'un tableau MT.*

HN 52-S-61 : (Septembre 1978), *Prises de courant 24 kV - 200 A, 400 A et 630 A.*

HN 60-S-02 : (Juillet 1983), *Matériaux synthétiques utilisés dans les matériels de distribution à basse tension.*

HN 64-E-04 : (Octobre 1981), *Procédure des essais d'isolement applicable aux équipements basse tension de commande et de contrôle destinés aux installations moyenne tension de distribution.*

HN 64-S-42 : (Juillet 1990), *Appareillage monobloc sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tension assignée égale à 24 kV.*

HN 65-S-14 : (Avril 1991), *Dispositif limiteur de tension (pavé de terre).*

HN 64-S-43 : (Juillet 1990), *Commande indépendante électrique des interrupteurs 24 kV - 400 A.*

HN 68-S-06 : (Novembre 1987), *Extrémités unipolaires pour câbles de tension assignée 12/20 (24) kV isolés au polyéthylène réticulé du type HN 33-S-23.*

3 Conditions de service

Le tableau objet de cette spécification, y compris les dispositifs de commande et équipements auxiliaires qui en font partie intégrante, est prévu pour une utilisation conforme aux caractéristiques assignées et dans les conditions normales de service énumérées au paragraphe 3.1.

En cas de conditions spéciales de service, des dispositions appropriées devront être prises en conséquence (voir paragraphe 3.2.).

3.1 *Conditions normales de service*

a) La température de l'air ambiant n'excède pas 40°C et sa valeur moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 35°C.

La température minimale de l'air ambiant est de - 15°C pour les U.F. arrivée interrupteur et interrupteur-fusibles associés. Elle est de - 5°C pour les autres U.F.

b) L'altitude n'excède pas 1 000 m. (voir notes 1 et 2)

c) L'air ambiant ne contient pratiquement pas de poussière, de fumée, de sel, de gaz et vapeurs corrosifs ou inflammables.

d) Les conditions d'humidité sont à l'étude mais, en attendant, les chiffres suivants peuvent être utilisés comme guide:

- la valeur moyenne de l'humidité relative, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas 95 % ;
- la valeur moyenne de la pression de vapeur, sur une période de 24 h, n'excède pas 22 mbar;
- la valeur moyenne de l'humidité relative, sur une période d'un mois, n'excède pas 90 %;
- la valeur moyenne de la pression de vapeur, sur une période d'un mois, n'excède pas 18 mbar.

Dans ces conditions, des condensations peuvent occasionnellement se produire.

e) Les vibrations dues à des causes externes à l'appareillage ou à des tremblements de terre sont négligeables.

NOTES

1 Pour une isolation interne, les caractéristiques diélectriques sont les mêmes, quelle que soit l'altitude, et il n'y a pas à prendre de précautions spéciales. Pour les définitions d'isolation externe et interne, voir la Publication 71-1 de la CEI.

2 Pour le matériel auxiliaire à basse tension, aucune précaution spéciale n'est à prendre si l'altitude est inférieure à 2 000 m.

3.2 *Conditions spéciales de service*

Par accord entre constructeur et utilisateur, les tableaux peuvent être utilisés dans des conditions différentes des conditions normales de service indiquées au paragraphe 3.1. Pour toute condition spéciale de service, il y a lieu de consulter le constructeur.

4 Termes et définitions

Les termes et définitions utilisés dans cette présente spécification sont ceux du Vocabulaire Electrotechnique International.

4.1 *Manœuvre dépendante manuelle (VEI 441)*

Une manœuvre dépendante manuelle est une manœuvre effectuée exclusivement au moyen d'une énergie manuelle directement appliquée, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre dépendent de l'action de l'opérateur.

4.2 *Manœuvre à accumulation d'énergie (VEI 441)*

Manœuvre effectuée au moyen d'énergie emmagasinée dans le mécanisme lui-même avant l'achèvement de la manœuvre et suffisante pour achever la manœuvre dans des conditions prédéterminées.

4.3 *Manœuvres indépendantes manuelles (adaptation du VEI 441)*

4.3.1 *Manœuvre indépendante manuelle "dans la foulée"*

Une manœuvre indépendante manuelle dans la foulée est une manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur.

4.3.2 *Manœuvre indépendante manuelle "à accrochage"*

Une manœuvre indépendante manuelle à accrochage est une manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie manuelle accumulée lors d'une première manœuvre et maintenue par un dispositif d'accrochage. L'énergie peut ensuite être libérée au cours d'une seconde manœuvre par une action manuelle sur le déclencheur mécanique d'accrochage. La vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action de l'opérateur.

4.4 *Manœuvre indépendante électrique*

4.4.1 *Manœuvre indépendante électrique "dans la foulée"*

Une manœuvre indépendante électrique dans la foulée est une manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie d'un moteur électrique accumulée et libérée en une seule manœuvre continue, de telle sorte que la vitesse et la force de la manœuvre sont indépendantes de l'action du moteur.

4.4.2 *Manœuvre indépendante électrique "à accrochage"*

Une manœuvre indépendante électrique à accrochage est une manœuvre à accumulation d'énergie dans laquelle l'énergie provient de l'énergie d'un moteur électrique accumulée lors d'une première manœuvre et maintenue par un dispositif d'accrochage. L'énergie peut ensuite être libérée au cours d'une seconde manœuvre par une action sur le déclencheur d'accrochage.

NOTE - L'accrochage et le déclencheur d'accrochage peuvent être mécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, etc.

4.5 *Système à pression scellé (CEI 298)*

Ensemble pour lequel aucune manipulation de gaz n'est requise pendant la durée de service escomptée.

NOTE - Les systèmes à pression scellés sont entièrement montés et contrôlés en usine.

Cette définition s'applique aux ensembles contenant du gaz d'isolement et/ou de coupure.

4.6 *Pression assignée de remplissage (CEI 298)*

Pression effective, en bars, rapportée aux conditions de l'air atmosphérique à 20°C et 1 013 hPa, assignée par le constructeur, à laquelle les compartiments à remplissage de gaz sont remplis avant mise en service.

4.7 *Taux de fuite admissible (CEI 298)*

Taux de fuite maximal admissible spécifié par le constructeur pour plusieurs compartiments assemblés en un seul système, par le biais du tableau de coordination des étanchéités, ou pour des compartiments simples.

4.8 *Fiabilité (CEI 271)*

Aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné.

Le terme fiabilité est aussi employé comme caractéristique de la fiabilité. Il correspond alors à la probabilité pour qu'une entité accomplisse une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné.

4.9 *Durée de vie utile (CEI 271)*

Période durant laquelle le matériel doit remplir la totalité de ses fonctions, dans la limite de ses performances avec un taux de défaillance spécifié.

4.10 *Défaillance (CEI 271)*

Est considéré comme défaillance, tout événement attribuable à une faiblesse des composants du tableau dans son domaine de fonctionnement et dans la limite des performances électriques et mécaniques requises, entraînant la cessation de l'aptitude de l'appareillage à accomplir l'une de ses fonctions.

4.11 *Taux de défaillance opérationnel (CEI 271)*

Qualifie le taux de défaillance déterminé dans les conditions d'exploitation et de maintenance données pendant une période T donnée.

4.12 *Taux de défaillance spécifié (CEI 271)*

Qualifie le taux de défaillance vrai requis dans la présente spécification.

5 Caractéristiques assignées

Les Unités Fonctionnelles de l'appareillage modulaire sont reliées par des lignes souterraines ou aériennes, soit à des réseaux à neutre à la terre (par une résistance, par une réactance ou par une association des deux) soit à des réseaux compensés par bobine d'extinction.

5.1 *Tension assignée*

La tension assignée est de 24 kV.

5.2 *Niveau d'isolement assigné des circuits à moyenne tension*

Le niveau d'isolement assigné est celui de la liste 2 du tableau I de la publication CEI 694:

- Tension de tenue aux chocs de foudre, onde 1,2/50 µs en valeur de crête:
  . à la masse et entre pôles : 125 kV,
  . sur la distance de sectionnement : 145 kV.
- Tension de tenue à fréquence industrielle à sec, pendant une minute, en valeur efficace:
  . à la masse et entre pôles : 50 kV,
  . sur la distance de sectionnement : 60 kV.

5.3 *Niveau d'isolement assigné des circuits auxiliaires BT*

Tableau 1 - Niveau d'isolement assigné des circuits BT

Tenues diélectriques		Tensions d'essais	
		Tous circuits sauf moteur	Moteur
Tenue diélectrique à 50 Hz	MC*	2	1,6
A sec pendant 1 min (kV efficace) (*)	MD*	1	-
Tenue diélectrique aux chocs	MC	5	4
de foudre (onde 1,2/50 µs)	MD	2	-

MC : mode commun
MD : mode différentiel
(*) y compris entre les bornes de contact ouvert

5.4 *Niveau de protection des circuits auxiliaires BT*

Toutes dispositions doivent être prises, au niveau de la filerie et au niveau des organes des circuits auxiliaires, pour que les surtensions transitoires apparaissant lors des changements d'état de l'interrupteur MT ou des relayages BT internes à la commande ne dépassent pas 1,6 kV en valeur de crête, dans la bande de fréquences de 0 à 10 MHz, aussi bien en mode commun qu'en mode différentiel.

A cet effet, il peut être nécessaire d'installer des dispositifs de limitation des surtensions sur les circuits auxiliaires BT.

5.5 *Fréquence assignée*

La fréquence assignée est de 50 Hz.

5.6 *Courant assigné en service continu et échauffement*

5.6.1 *Courant assigné en service continu*

Le courant assigné en service continu du jeu de barres et des circuits MT des unités fonctionnelles:

- arrivée interrupteur,
- disjoncteur (départ barres ou câbles),

est de 400 A.

Le courant assigné en service continu du jeu de barres des unités fonctionnelles:

- interrupteur-fusibles (associés ou combinés),
- transformateurs de tension,

est de 400 A.

Le courant assigné en service continu des circuits dérivés, et appareils des unités fonctionnelles:

- arrivée directe et son jeu de barres,
- interrupteur-fusibles (associés ou combinés),
- transformateurs de tension,

est de 50 A.

5.6.2 *Echauffement*

L'échauffement de n'importe quelle partie d'un appareil de connexion pour une température de l'air ambiant n'excédant pas 40°C ne doit pas dépasser les limites d'échauffement spécifiées au tableau ci-après, dans les conditions spécifiées aux articles concernant les essais.

NOTE - Dans la présente spécification les termes "contact" et "raccord" sont utilisés selon les définitions suivantes:

Contact : Ensemble de pièces destinées à établir la continuité d'un circuit lorsqu'elles se touchent et qui, par leur mouvement relatif pendant la manœuvre, ouvrent et ferment un circuit ou (dans le cas des contacts pivotants ou glissants) maintiennent la continuité du circuit.

Raccord (par boulons ou dispositifs équivalents) : Ensemble de pièces conductrices destinées à assurer la continuité permanente d'un circuit lorsqu'elles sont assemblées au moyen de vis, de boulons ou de dispositifs équivalents.

L'échauffement des autres matériels contenus dans chaque cellule ne doit pas dépasser les limites d'échauffement autorisées par la norme particulière à ces matériels.

Les valeurs maximales de température et d'échauffement à considérer pour les jeux de barres sont, suivant le cas, les valeurs maximales spécifiées pour les contacts, les raccords ou les pièces métalliques avec des isolants.

L'échauffement des enveloppes et des capots accessibles ne doit pas dépasser 30 K. Dans le cas d'enveloppes ou de capots accessibles mais non prévus pour être touchés pendant la manœuvre normale, la limite de l'échauffement peut être portée à 40 K.

Tableau 2 - Limites de température et d'échauffement pour les différents organes, matériaux et diélectriques des appareils de connexion

Nature de l'organe, du matériau et du diélectrique (voir notes 1, 2 et 3)	Température (°C) (valeurs maximales)	Echauffement pour une température de l'air ambiant ne dépassant pas 40°C (valeurs maximales) (K)
1. Contacts (voir note 4)		
Cuivre ou alliage de cuivre nu		
- dans l'air	75	35
- dans le SF6 (hexafluorure de soufre)	90	50
- dans l'huile	80	40
Argentés ou nickelés (voir note 5)		
- dans l'air	105	65
- dans le SF6	105	65
- dans l'huile	90	50
Etamés (voir notes 5 et 6)		
- dans l'air	90	50
- dans le SF6	90	50
- dans l'huile	90	50
2. Raccords par boulons ou dispositifs équivalents (voir note 7)		
Cuivre nu, alliage de cuivre nu ou alliage d'aluminium		
- dans l'air	90	50
- dans le SF6	105	65
- dans l'huile	100	60
Argentés ou nickelés		
- dans l'air	115	75
- dans le SF6	115	75
- dans l'huile	100	60
Etamés		
- dans l'air	105	65
- dans le SF6	105	65
- dans l'huile	100	60
3. Tous contacts ou raccord constitués d'autres métaux nus ou protégés par d'autres revêtements	(voir note 8)	(voir note 8)
4. Bornes pour le raccordement à des conducteurs extérieurs au moyen de vis ou de boulons (voir note 9)		
- nus	90	50
- argentés, nickelés ou étamés	105	65
- protégés par d'autres revêtements	(voir note 8)	(voir note 8)
5. Huile pour appareils de connexion dans l'huile (voir notes 10 et 11)	90	50
6. Pièces métalliques jouant le rôle de ressorts	(voir note 12)	(voir note 12)
7. Matériaux utilisés comme isolants et pièces métalliques en contact avec des isolants des classes suivantes (voir note p 13)		
- Y (pour matériaux non imprégnés)	90	50
- A (pour matériaux immergés dans l'huile ou imprégnés)	100	60
- E	120	80
- B	130	90
- F	155	115
- Email: à base d'huile	100	60
synthétique	120	80
- H	180	140
- C	(voir note 14)	(voir note 14)
8. Toute pièce métallique ou en matériau isolant en contact avec l'huile, à l'exception des contacts	100	60

NOTES

1 Suivant sa fonction, le même organe peut appartenir à plusieurs des catégories énumérées au tableau précédent. Dans ce cas, les valeurs maximales admissibles de la température et de l'échauffement à prendre en considération sont les plus faibles dans les catégories concernées.

2 Pour les appareils de connexion dans le vide, les valeurs limites de température et d'échauffement ne s'appliquent pas aux organes dans le vide. Les autres organes ne doivent pas dépasser les valeurs de température et d'échauffement indiquées au tableau précédent.

3 Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour qu'aucun dommage ne soit causé aux matériaux isolants environnants.

4 Lorsque des éléments de contacts sont protégés de manières différentes, les températures et les échauffements admissibles sont ceux de l'élément pour lequel le tableau précédent autorise les valeurs les plus basses.

5 La qualité du revêtement doit être telle qu'une couche de protection subsiste dans la zone de contact:

a) après les essais d'établissement et de coupure (s'ils existent);
b) après l'essai au courant de courte durée admissible;
c) après l'essai d'endurance mécanique;
selon les spécifications propres à chaque matériel. Dans le cas contraire, les contacts doivent être considérés comme "nus".

6 Pour les contacts des fusibles, l'échauffement doit être conforme aux Publications de la CEI concernant les fusibles haute tension.

7 Lorsque des éléments de raccords sont protégés de manières différentes, les températures et les échauffements admissibles sont ceux de l'élément pour lequel le tableau précédent autorise les valeurs les plus élevées.

8 Lorsque d'autres matériaux que ceux indiqués au tableau précédent sont utilisés, leurs propriétés doivent être prises en considération, notamment pour déterminer les valeurs maximales admissibles pour les échauffements.

9 Les valeurs de température et d'échauffement sont valables même si le conducteur relié aux bornes est nu.

10 A la partie supérieure de l'huile.

11 Il convient de prêter une attention particulière aux questions de vaporisation et d'oxydation lorsqu'on utilise une huile de faible point d'éclair.

12 La température ne doit pas atteindre une valeur telle que l'élasticité du matériau soit diminuée.

13 Les classes suivantes de matériaux isolants sont celles indiquées dans la Publication 85 de la CEI.

Classe Y :

Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que coton, soie et papier sans imprégnation. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe Y.

Classe A :

Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que coton, soie et papier lorsqu'ils sont convenablement imprégnés ou lorsqu'ils sont immergés dans un diélectrique liquide tel que l'huile. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus montrent qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe A..

Classe E :

Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux dont l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe E.

Classe B :

Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante avec agglomérants convenables. D'autres matériaux ou associations de matériaux, qui ne sont pas obligatoirement inorganiques, peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe B.

Classe F :

Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante, etc., avec des agglomérants convenables. D'autres matériaux ou associations de matériaux, non obligatoirement inorganiques, peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables de fonctionner aux températures de la classe F.

Classe H :

Isolation composée de matériaux tels qu'élastomères de silicone ou d'associations de matériaux tels que mica, fibre de verre, amiante, etc., avec des agglomérants convenables tels que des résines de silicone appropriées. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables d'être utilisés aux températures de la classe H.

Classe C :

Isolation composée de matériaux ou d'associations de matériaux tels que mica, porcelaine, quartz et verre avec ou sans liant inorganique. D'autres matériaux ou associations de matériaux peuvent être compris dans cette classe si l'expérience ou des essais reconnus ont montré qu'ils sont capables d'être utilisés à des températures supérieures à celles de la classe H. Dans cette classe, un matériau ou une association de matériaux déterminés aura une limite de température qui dépendra de ses propriétés physiques, chimiques et électriques.

14 Limité seulement par la nécessité de ne pas endommager les pièces environnantes.

5.7 *Courants de courte durée admissible assignés*

- Le courant de courte durée admissible assigné des circuits MT du jeu de barres et des UF comportant un disjoncteur est de 12,5 kA.

- Le courant de courte durée admissible assigné des circuits dérivés, y compris les appareils (interrupteur et sectionneur), est celui du sectionneur de mise à la terre situé en aval (voir le tableau 3 ci-après). En outre, les parties des circuits MT se trouvant en dérivation du jeu de barres, et protégées par des fusibles, doivent pouvoir supporter un courant présumé de 12,5 kA.

- Pour chaque unité fonctionnelle, on distingue le cas où le sectionneur de mise à la terre est séparé de l'interrupteur ou du sectionneur, et le cas où le sectionneur de mise à la terre est intégré à l'interrupteur ou au sectionneur à trois positions ainsi que le cas où il est situé en amont ou en aval de l'interrupteur, des fusibles, du disjoncteur.

Tableau 3
Courant de courte durée des sectionneurs de mise à la terre

U.F.	Sectionneur de terre AMONT		Sectionneur de terre AVAL	
	Séparé de l'interrupteur ou du sectionneur	Intégré à un appareil à trois positions	Séparé de l'interrupteur ou du sectionneur	Intégré à un appareil à trois positions
Arrivée Directe et Arrivée Inter	12.5	12.5	/	/
Interrupteur-fusibles	12.5 (1)*	1	1	/
Disjoncteur départ câbles	12.5 (1)*	1	2 (12.5)**	/
Disjoncteur départ barres	12.5 (1)*	1	12.5 (1)*	1
Transformateur de tension	12.5 (1)*	1	/	/

Note:

* Le courant de courte durée est limité à 1 kA si l'U.F. subit un essai d'arc interne du compartiment renfermant le sectionneur de terre.

** Le courant de courte durée est de 12.5 kA dans le cas où l'U.F. peut être réalimentée par l'aval, directement par le réseau HTA.

5.8 *Valeur de crête du courant admissible assigné*

La valeur de crête du courant admissible assigné est égale à 2,5 fois la valeur du courant de courte durée admissible assigné.

5.9 *Durée de court-circuit assignée*

La valeur de la durée de court-circuit assignée est de 1 s.

5.10 *Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires*

La tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires est définie soit dans une spécification particulière, soit par accord utilisateur / constructeur.

5.11 *Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires*

La fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires est définie soit dans une spécification particulière, soit par accord utilisateur / constructeur.

5.12 *Pression assignée de remplissage*

La pression assignée de remplissage à l'intérieur de chaque système à pression scellé doit être inférieure ou égale à 0,5 bar en valeur relative. Dans ces conditions, il n'est pas exigé d'indicateur de pression. La mise en place éventuelle d'un dispositif de remplissage ou d'un dispositif indicateur de pression fera l'objet d'un accord entre EDF et le constructeur.

5.13 *Etanchéité*

L'étanchéité de chaque système à pression scellé doit correspondre à une durée de vie escomptée de l'appareillage de 30 ans.

5.14 *Taux de fuite admissible*

Le taux de fuite admissible, spécifié par le constructeur, devra être tel qu'à la fin de la durée de vie escomptée, la pression de SF_6 à l'intérieur de chaque système à pression scellé reste supérieure ou égale à la pression d'essais définie au paragraphe 7.

5.15 *Caractéristiques particulières aux différents équipements*

5.15.1 *Caractéristiques assignées des interrupteurs*

Les interrupteurs doivent répondre à la Publication 265-1 de la CEI.

Les interrupteurs sont caractérisés par les pouvoirs de coupure assignés suivants:

- pouvoir de coupure assigné de boucle fermée;
- pouvoir de coupure assigné de charge principalement active;
- pouvoir de coupure assigné de câble à vide;
- pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide.

Les pouvoirs de coupure assignés sont fondés sur:

- une tension de rétablissement à fréquence industrielle égale à la tension assignée à l'exception du pouvoir de coupure assigné de boucle fermée pour lequel la tension de rétablissement est égale à 20% de la tension assignée;
- une tension transitoire de rétablissement présumée du circuit d'alimentation conforme aux valeurs données au paragraphe 6.101 de la Publication 265-1 de la CEI.

Les valeurs assignées sont fonction des cellules auxquelles les interrupteurs appartiennent. Elles sont consignées dans le tableau 4.

Tableau 4
Caractéristiques assignées des interrupteurs

Caractéristique assignée	Interrupteur de l'U.F. arrivée interrupteur	Interrupteur des U.F. Interrupteur-Fusibles
Courant assigné en service continu (A)	400	50
Pouvoir de coupure assigné de boucle fermée(A)	400	/
Pouvoir de coupure assigné de charge principalement active (A)	400	50
Pouvoir de coupure assigné de câble à vide (A)	16	/
Pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide (A)	/	Correspond au courant à vide d'un transformateur de valeur assignée de 1 250 kVA
Pouvoir de fermeture assigné sur court-circuit (kA crête)	Valeur de crête du courant de courte durée admissible assigné	Valeur de crête du courant de courte durée admissible assigné présumé *

* Courant limité par le fusible de plus grand calibre.

5.15.2 *Caractéristiques assignées des sectionneurs*

Les sectionneurs doivent répondre à la Publication 129 de la CEI. Leur courant assigné en service continu est de 400 A, sauf pour la cellule transformateur de tension qui est de 50 A.

5.15.3 *Caractéristiques assignées des fusibles*

Les fusibles équipant les unités fonctionnelles interrupteurs-fusibles associés ou interrupteurs-fusibles combinés doivent répondre à la Publication 282-1 de la CEI et aux normes NF C 64-200 et NF C 64-210.

Le courant assigné de l'élément de remplacement est choisi parmi les valeurs suivantes:
6,3 - 16 - 43 ou 63 A.

Les fusibles des unités fonctionnelles transformateurs de tension doivent répondre à la Publication 282-1 de la CEI. Le courant assigné de l'élément de remplacement est de 6,3 A.

5.15.4 *Caractéristiques assignées des interrupteurs-fusibles combinés*

En plus des caractéristiques assignés des interrupteurs et des fusibles définies aux paragraphes 5.15.1 et 5.15.3, les interrupteurs-fusibles combinés doivent répondre à la Publication 420 de la CEI.

5.15.5 *Caractéristiques assignées des disjoncteurs*

Les disjoncteurs doivent répondre aux normes NF C 64-100, NF C 64-110 et UTE C 64-115 avec les précisions suivantes:

- courant assigné en service continu : 400 A
- pouvoir de coupure assigné en court-circuit : 12,5 kA
- pouvoir de coupure assigné de transformateur à vide : selon UTE C 64-115
- pouvoir de coupure assigné de câble à vide : 31,5 A
- pouvoir de fermeture assigné sur court-circuit : 31,5 kA crête
- la séquence assigné de fonctionnement est la séquence A : 0 - 3 min - FO - 3 min - FO

5.15.6 *Pouvoir de coupure assigné d'un interrupteur de moteur*

Sans objet.

5.15.7 *Pouvoir de coupure assigné d'un interrupteur de batterie unique de condensateurs*

Sans objet.

5.15.8 *Pouvoir de fermeture assigné sur court-circuit des sectionneurs de terre*

Le pouvoir de fermeture sur court-circuit des sectionneurs de terre est égal à la valeur de crête de leur courant de courte durée admissible assigné respectif.

Si un sectionneur de terre des U.F. "disjoncteur départ barres" ou "transformateurs de tension", ou un sectionneur de terre situé en amont du disjoncteur de l'U.F. "disjoncteur départ câbles" a un courant de courte durée admissible de 1 kA (paragraphe 5.7), aucun pouvoir de fermeture n'est exigé pour ce sectionneur de terre.

5.15.9 *Déclencheurs*

Si l'unité fonctionnelle disjoncteur est équipée de déclencheurs directs, ceux-ci doivent être conformes à la norme NF C 64-120.

Si l'unité fonctionnelle disjoncteur est équipé d'un dispositif de protection par relais indirects, celui-ci doit être d'un modèle agréé par EDF.

5.15.10 *Transformateurs de courant*

Les transformateurs de courant utilisés pour le comptage et les protections doivent répondre à la norme NF C 42-502. Les caractéristiques assignées des appareils sont à préciser par le distributeur.

5.15.11 *Transformateurs de tension*

Les transformateurs de tension doivent répondre à la norme NF C 42-501, et à la CEI 44-4. Les caractéristiques assignées des appareils sont à préciser par le distributeur.

6 Règles de conception et de construction

6.1 *Prescriptions générales*

Les tableaux sont constitués d'unités fonctionnelles sous enveloppe métallique. Ils sont divisés en compartiments entièrement fermés sur toutes leurs faces, y compris la face inférieure de l'enveloppe. Chaque compartiment contient un ensemble de connexions ou d'appareils.

Les tableaux doivent être construits de façon telle que les opérations normales d'exploitation, de contrôle et de maintenance, comprenant la vérification habituelle de l'ordre de succession des phases, la mise à la terre des câbles raccordés, la localisation des défauts dans les câbles, les essais diélectriques des câbles ou des autres appareils raccordés et la suppression des charges électrostatiques dangereuses, puissent être effectuées sans risque pour le personnel.

Les unités fonctionnelles "arrivée directe", "arrivée interrupteur" et "interrupteur-fusibles" associés sont de classe de construction 2 définie dans le rapport CEI 932 - Méthode d'essai A, première édition de 1988.

Pour les postes de distribution publique en coupure d'artère, les dimensions maximales hors tout sont:

- Hauteur.. 1 900 mm
  (y compris l'espace nécessaire et éventuel à l'ouverture des capots à l'extraction des fusibles et au débrochage des prises de courant MT)
- Largeur.. 500 mm
- Profondeur... 1 100 mm

Pour les postes de livraison client, ces dimensions ne sont pas imposées, se référer à la norme NF C 13-100.

Les règles et exemples d'application présentés dans l'annexe D sont une aide à la caractérisation des différents éléments composant les unités fonctionnelles.

6.2 *Prescriptions pour le SF_6 utilisé*

L'hexafluorure de soufre neuf doit être conforme aux exigences de la Publication 376 de la CEI.

6.3 *Mise à la terre*

Un collecteur général des masses assure pour chaque U.F. le regroupement des circuits et masses métalliques qui doivent être reliés à la terre, à savoir:

- enveloppe métallique,
- sectionneurs de terre,
- gaines, écrans conducteurs, tresses de câbles MT et des accessoires MT,
- masse des indicateurs lumineux,
- extrémités BT des diviseurs capacitifs,
- masse des détecteurs de défaut (hors fourniture tableau),
- point commun des secondaires des transformateurs de courant éventuels,
- point neutre MT, et point commun des secondaires des transformateurs de tension éventuels,
- masses et écrans éventuels des transformateurs de mesure,
- auxiliaires BT.

Le collecteur général des masses est constitué par un circuit de barres de cuivre ou d'aluminium étamé non isolé. Il doit pouvoir supporter sans destruction un courant de courte durée de 12,5 kA pendant une seconde.

Les capots pivotants, non boulonnés, doivent être raccordés à ce collecteur général des masses, par une tresse en cuivre, souple, de section minimale 30 mm^2.

Cette tresse ne doit pas servir d'arrêt d'ouverture du capot.

Les capots amovibles en place, doivent être reliés à la terre .Les conditions d'essais sont précisées au paragraphe 7.5.103. Lors de la dépose d'un capot, aucune liaison ne doit le relier à l'U.F. Lors de sa remise en place, sa mise à la terre ne doit nécessiter aucune opération spécifique.

Chaque U.F. raccordée à un câble doit comporter une borne lisse de cuivre ou de laiton de 12 mm de diamètre et de 40 mm de longueur, reliée au collecteur général des masses, afin de permettre la connexion d'un dispositif amovible de mise à la terre.

Il doit être impossible de refermer un capot amovible, le dispositif mobile de mise à la terre étant en place.

Le collecteur général des masses d'un tableau est terminé par une plage percée d'un trou pour boulon de 12 mm destiné au raccordement au réseau de terre du poste.

Les points "Neutre" des circuits primaires des transformateurs de tension, et des circuits secondaires des transformateurs de tension et de courant seront réalisés par des liaisons en cuivre, les plus courtes possible, de section minimale 10 mm^2. Ces différents points "Neutre" seront reliés au collecteur général des masses par des liaisons en cuivre, les plus courtes possible, de section minimale 30 mm^2.

La liaison entre les éventuels masses écrans, et circuits magnétiques, de chaque transformateur de mesure et le collecteur général des masses, sera réalisée soit par l'intermédiaire de l'enveloppe métallique de l'U.F. au moyen de boulonnages, soit par une liaison en cuivre, la plus courte possible de section minimale 30 mm^2.

NOTE - Il est admis de remplacer les liaisons en cuivre de section minimale 30 mm^2, par des conducteurs en aluminium protégé présentant des caractéristiques mécaniques et thermiques équivalentes.

6.4 *Equipements auxiliaires*

6.4.1 *Indicateurs de présence de tension*

6.4.1.1 *Principe*

Des dispositifs lumineux fournis avec le tableau doivent indiquer pour chaque unité fonctionnelle raccordée à un câble l'état de tension de chacune des phases de la liaison située entre le raccordement des câbles MT et les bornes aval des sectionneurs de mise à la terre.

Installés à proximité de la commande du sectionneur de terre, ils seront identifiés par les repères L1, L2, L3 en correspondance avec les phases MT.

Ces dispositifs sont alimentés par des diviseurs capacitifs dont la valeur du condensateur de base MT sera supérieure ou égale à 8 pF. Si, dans son principe, un redressement est nécessaire, l'alternance positive sera conservée.

L'indication lumineuse des dispositifs de contrôle de présence tension peut être fixe ou clignotante. Dans ce dernier cas, la fréquence de clignotement doit être supérieure à 2 Hz à la tension de 24 kV entre phases et supérieure à 0,2 Hz pour une tension de 8 kV entre phases.

L'éclairement doit être suffisant pour que la présence de la tension soit constatée sans ambiguïté par un observateur situé face au tableau et s'écartant jusqu'à 30° de l'axe direct de vision, lorsque la tension appliquée est de 13 kV entre phases.

6.4.1.2 *Conditions normales de service*

Les indicateurs de présence tension font partie du tableau ; à ce titre, les conditions normales de service définies sont celles du tableau tel que représenté en 3.1.

L'indication lumineuse, fixe ou clignotante, doit être la même pour l'ensemble des dispositifs de contrôle de présence tension d'un même tableau. Le manque de tension sur une phase doit entraîner l'extinction du seul indicateur correspondant à cette phase.

6.4.1.3 *Interchangeabilité - Sécurité*

La défaillance d'une ou plusieurs parties propres à une phase d'un indicateur ne doit pas entraîner le mauvais fonctionnement des deux autres.

En cas de défaillance, il doit être possible d'échanger les lampes ou les dispositifs, sans autre démontage mécanique, les circuits MT restant sous tension. Pendant les opérations d'échange, le degré de protection IP2X C doit être respecté vis à vis des compartiments contenant des conducteurs MT et le degré XXB vis à vis des parties actives BT.

Dispositif en service, lampe(s) enlevée(s), ou dispositif déconnecté, le niveau de tension en provenance de diviseurs capacitifs par rapport à la masse du tableau, doit être fixé à une valeur maximale ne dépassant pas 1 200 volts efficace mesurée dans les conditions définies en 7.

6.4.1.4 *Concordance des phases*

Pour les unités fonctionnelles arrivée, les dispositifs lumineux doivent permettre la vérification de la concordance des phases entre les fonctions arrivée du tableau, par l'utilisation d'un dispositif externe au tableau. Cette vérification doit pouvoir s'effectuer à l'aide de fiches d'un diamètre de 4 mm sans dépose et sans modification des dispositifs lumineux.

Le comparateur de phases simplifié, dispositif externe au tableau, doit être conforme aux dispositions de l'annexe E. Le déphasage, mesuré entre deux indicateurs lumineux d'une même U.F., ou entre deux U.F. (identiques ou différentes selon les schémas 1, 2, 3, 4 et 7 de l'annexe A, mais d'une même famille) ne doit pas excéder 10 degrés.

6.4.1.5 *Dispositif d'information de présence et d'absence de tension MT*

Les U.F. "arrivée interrupteur" destinées à assurer une alimentation en double dérivation comportent un dispositif élaborant une information de présence et d'absence de tension MT dont les caractéristiques sont définies en annexe B. Le dispositif et les indicateurs lumineux peuvent être rassemblés en un seul ensemble. La vérification de la concordance de phase ne doit pas modifier l'information du dispositif.

6.4.2 *Matérialisation de la position des appareils*

L'indication de la position des appareils de coupure et des sectionneurs de terre doit être fournie de façon claire et sûre.

La position des contacts principaux doit être certaine. Elle doit être matérialisée par un dispositif de signalisation lié aux pièces de contact. Ce dispositif doit être simple, robuste et refléter fidèlement la position des contacts principaux et il doit satisfaire aux exigences présentées dans le paragraphe 7.109.

Le dispositif limiteur d'effort ou le dispositif à accumulation d'énergie, s'ils existent, doivent être placés dans la chaîne cinématique de puissance, en amont du point de connexion C (voir figure 3 paragraphe 7.109.1).

6.4.3 *Synoptique*

Pour faciliter la compréhension d'ensemble des diverses parties MT de l'installation, un schéma synoptique doit être réalisé sur la face avant de chaque U.F. La position d'ouverture et de fermeture de chaque appareil (interrupteur-sectionneur, sectionneur, sectionneur de mise à la terre) doit s'y inscrire automatiquement.

La face avant de chaque U.F. doit comporter l'indication de la fonction des divers appareils. Les positions d'ouverture, de fermeture et le sens de rotation dans lequel s'effectuent les manœuvres des interrupteurs, sectionneurs et sectionneurs de terre doivent être clairement indiqués, conformément aux prescriptions de la norme NF C 64-070.

6.4.4 *Equipements auxiliaires BT*

6.4.4.1 *Circuits auxiliaires BT*

Lorsque des circuits auxiliaires et appareils BT (par exemple circuits BT de dispositifs indicateurs d'état de tension ou circuits secondaires de transformateurs de mesure) sont contenus dans une enveloppe métallique, celle-ci doit être reliée aux masses du poste.

Les circuits auxiliaires BT, autres que ceux issus des transformateurs de mesure, doivent être réalisés en conducteurs à âme en cuivre, de section minimale de 1 mm^2 isolés au polychlorure de vinyle, de la série H07-VU, H07-VK ou H07-VR de la norme NF C 32-301 (par exemple: U500SV ou U500DV ou U500V). Les raccordements aux éléments interchangeables pourront être réalisés soit par bornes vissées assurant le serrage des conducteurs ou des embouts sertis sur des étriers, soit par clips et languettes de 6,3 mm ou 2,8 mm.

6.4.4.2 *Interrupteurs de position*

Lorsque des interrupteurs de position sont utilisés dans les commandes des interrupteurs soit pour la télésignalisation, soit pour les circuits de commande et auxiliaires, leurs caractéristiques doivent être conformes à celles définies dans la spécification HN 64-S-43.

6.4.5 *Transformateurs de courant*

Les transformateurs de courant doivent être facilement accessibles et la plaque signalétique d'au moins l'un d'eux doit être lisible de l'avant de la cellule, porte ouverte.

Une filerie peut être réalisée, lors de la construction de l'unité fonctionnelle entre les bornes secondaires des transformateurs de courant et un bornier frontière.

Dans le cas des secondaires alimentant un dispositif de protection, ce bornier est constitué par une ou des boîtes d'essais de sécurité d'un modèle agréé par EDF.

Les borniers et boîtes à bornes d'essais doivent être montés dans un compartiment basse tension, permettant l'accès aux raccordements. Cet accès doit être interdit au client par plombage d'un capot, ou de l'accès au compartiment.

La filerie éventuelle doit être réalisée en conducteur à âme cuivre d'une section de 2,5 mm^2 de la série H07-V-K, U ou R.

Le raccordement des circuits issus des transformateurs de courant doit être fait normalement par vis.

Le raccordement par clip de largeur 6,3 mm ne pourra être admis que si des dispositifs particulières ayant reçu l'accord d'EDF sont prises pour éviter que ces circuits puissent être ouverts trop aisément.

6.4.6 *Transformateurs de tension*

Les transformateurs de tension doivent être facilement accessibles, et la plaque signalétique d'au moins l'un d'eux doit être lisible de l'avant de la cellule, porte ouverte.

La filerie entre les bornes secondaires des transformateurs de tension et les coupe-circuits à fusible BT, doit être réalisée en conducteur à âme cuivre d'une section de 1,5 mm^2 de la série H07-V-K, U ou R.

Le raccordement par clip de largeur 6,3 mm est admis.

6.5 *Commandes mécaniques des interrupteurs, sectionneurs et sectionneurs de terre*

6.5.1 *Manœuvres*

La manœuvre des appareils doit se faire sans pénétration à l'intérieur de l'enveloppe du tableau. Les interrupteurs sont munis de commandes à manœuvre indépendante manuelle pour les manœuvres de fermeture et d'ouverture. Les sectionneurs de mise à la terre ayant un pouvoir de fermeture sont munis de commandes à manœuvre indépendante manuelle pour les manœuvres de fermeture. La fermeture des sectionneurs de mise à la terre en amont et en aval des fusibles doit s'effectuer simultanément par une seule manœuvre de l'opérateur.

Les commandes des sectionneurs de mise à la terre doivent être conçues de façon à éviter tout risque de réouverture instantanée en cas de fermeture accidentelle sous tension.

Pour chaque unité fonctionnelle, les manœuvres de l'interrupteur et de son sectionneur de terre associé doivent s'effectuer à partir de deux emplacements distincts de la face avant du tableau.

Si les leviers de manœuvre des sectionneurs de terre et des interrupteurs sont fixes, ils doivent se trouver en position haute lorsque l'appareil est en position "fermé" et basse quand l'appareil est "ouvert".

Les commandes d'appareil comportant une réserve mécanique d'énergie (U.F. interrupteur-fusibles combinés) doivent comporter un levier d'armement et des organes annexes de manœuvre (boutons-poussoirs ou manettes auxiliaires). Dans ce cas, les différents états de l'interrupteur ("Fermé prêt à ouvrir", "ouvert désarmé", etc.) doivent apparaître clairement sur l'U.F. En outre, lorsque l'interrupteur est ouvert, il ne doit être possible de le condamner que s'il est désarmé.

Les positions extrêmes du levier (appareil ouvert et appareil fermé) doivent être indiquées sur l'U.F. Les différents sens de manœuvre doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF C 20-090. Pendant les manœuvres, les leviers ne doivent pas déborder du cadre de l'U.F.

La manœuvre des leviers doit pouvoir être réalisée par un opérateur sans aucun risque d'aller buter contre un obstacle comme par exemple le mur du poste dans lequel est installé le tableau. Elle doit pouvoir s'effectuer aisément dans une aire de manœuvre limitée à 0,80 m devant la face avant du tableau.

La poignée du levier doit être repérée par la couleur:

- noire, pour les interrupteurs,

- jaune, pour les sectionneurs de terre, à moins qu'un levier unique serve pour la manœuvre des deux appareils. Dans ce cas, le levier ne comportera pas de repère noir ou jaune.

La hauteur de l'axe horizontal de la poignée du levier doit être située entre 0,75 et 1,5 m par rapport au sol.

La valeur maximale de l'effort tangentiel à appliquer aux leviers lors de la manœuvre, est de 250 newtons.

6.5.2 *Condamnation*

Tous les appareils doivent pouvoir être condamnés, par des dispositifs imperdables, dans les deux positions d'ouverture et de fermeture.

De plus, ces dispositifs doivent être conçus pour recevoir trois cadenas de diamètre d'anse 8 mm et leur résistance mécanique doit être telle qu'ils puissent subir les contraintes correspondant à une énergie de choc de 20 joules.

Le plastron de la commande étant enlevé, il doit être possible d'effectuer la condamnation avec un cadenas.

Commande enlevée, l'interrupteur et le sectionneur de terre doivent être maintenus dans leur position. Il doit alors être possible de les immobiliser dans cette position par un cadenas de diamètre d'anse 8 mm ou par tout autre dispositif qui devra alors faire l'objet d'un accord d'EDF.

6.5.3 *Accessibilité - Remplacement*

Les éléments interchangeables d'une commande doivent être accessibles après démontage d'un plastron, et leur remplacement doit être possible sans qu'il y ait besoin d'isoler un quelconque compartiment.

Il est admis que cette opération ne puisse se faire que lorsque l'interrupteur et le sectionneur de terre correspondants sont ouverts.

6.6 *Commandes électriques*

Les interrupteurs des unités fonctionnelles arrivée peuvent être équipés d'une commande électrique conforme à la spécification HN 64-S-43.

6.7 *Fonctionnement des déclencheurs*

Voir paragraphe 5.15.9.

6.8 *Verrouillage à basse et haute pression*

Sans objet.

6.9 *Plaques signalétiques*

a) Afin de permettre l'identification du tableau MT, la face avant du tableau devra comporter les indications suivantes:

- le nom du constructeur,
- le type du tableau, l'année de fabrication et un indice (n° d'ordre) permettant de le situer dans la fabrication,
- HN 64-S-41.

b) Afin d'identifier chaque fonction, une plaque PR 11 de dimensions 260 mm x 40 mm pour repères à languettes sera fixée à proximité de chaque commande d'interrupteur pour les tableaux de distribution publique. Ces plaques sont percées de deux trous de 4 mm de diamètre, d'entraxe 240 mm. Pour les Unités Fonctionnelles arrivée des tableaux de postes de clients, seuls les deux trous de fixation sont obligatoires.

c) Le point de raccordement du collecteur général des masses au réseau de terre du poste doit être marqué du symbole 02-15-01 de la Publication 617-1 de la CEI.

d) Si une enveloppe métallique contenant du SF_6 est accessible, un symbole représentant un foret barré de rouge, sera fixé sur l'une de ses faces latérales.

6.101 *Degré de protection et défaut interne*

6.101.1 *Degrés de protection*

Les enveloppes et les commandes mécaniques des appareils doivent satisfaire au degré IP2XC de la Publication 529 de la CEI et résister aux impacts mécaniques d'une énergie de 2 J correspondant au code IK 07 du document CLC/BTTF 68.03 (Sec) 5. Pour les enveloppes des relais, automatismes et appareils de mesure placés sur les faces des tableaux, le degré de protection est celui figurant dans les normes ou spécifications de ces matériels.

Les cloisons entre compartiments, et la face inférieure de l'enveloppe, doivent satisfaire au degré IP2X.

Les indicateurs lumineux doivent satisfaire au degré IP2X de la Publication CEI 529. Ils doivent en outre résister aux impacts mécaniques d'une énergie de 0,2 J correspondant au code IK 02 du document CLC/BTTF 68.03 (Sec) 5.

6.101.2 *Défauts internes*

En cas de défaut interne, toutes les dispositions constructives nécessaires devront permettre d'assurer la sécurité des personnes pouvant se trouver à proximité du tableau (voir paragraphe 7.106). La destruction de l'unité fonctionnelle correspondante et des unités fonctionnelles voisines est admise.

6.102 *Compartiments - Cloisonnements*

On distingue deux catégories de compartiments:

- les compartiments d'accès autorisé en exploitation normale qui contiennent les dispositifs de raccordement de câbles, les fusibles et les transformateurs de mesure,
- les compartiments d'accès interdit en exploitation normale qui sont les compartiments jeu de barres.

6.102.1 *Caractéristiques des compartiments d'accès autorisé en exploitation normale*

L'accès aux éléments contenus dans ces compartiments peut s'effectuer, soit par l'ouverture d'une porte ou d'un capot, soit par débrochage d'un élément du tableau. La pénétration même partielle, dans un compartiment, ne doit être possible que si tous les circuits MT qu'il contient sont hors tension, et mis en court-circuit et à la terre, les autres U.F. devant pouvoir rester sous tension.

Des verrouillages mécaniques interdisent l'accès tant que les conditions ci-après, qui sont fonction des éléments contenus dans les compartiments, ne sont pas remplies.

Les portes ou capots permettant l'accès dans ces compartiments doivent pouvoir être condamnés dans la position fermée au moyen d'un cadenas. Le dispositif de condamnation est constitué par un moraillon dont le trou de passage a un diamètre de 13 mm et de résistance mécanique telle qu'il puisse subir les contraintes correspondant à une énergie de choc de 20 joules.

6.102.1.1 *Accès aux compartiments contenant les dispositifs de raccordement de câbles*

a) L'accès n'est possible que lorsque:

- l'appareil de coupure (disjoncteur ou interrupteur) et l'appareil de sectionnement de l'unité fonctionnelle correspondante sont ouverts, s'ils existent,
- le sectionneur de mise à la terre du câble est fermé,
- toute pièce conductrice se prolongeant hors du compartiment est mise à la terre.

b) La fermeture du capot ou de la porte de compartiment n'est possible que lorsque le sectionneur de terre est fermé.

En revanche, le sectionneur de terre doit pouvoir être manœuvré pour effectuer les essais électriques sur les câbles, une fois le capot ou porte d'accès ouvert ou enlevé.

6.102.1.2 *Accès aux compartiments contenant les fusibles dans les unités fonctionnelles interrupteurs-fusibles*

a) L'accès n'est possible que lorsque:

- l'interrupteur-sectionneur de l'unité fonctionnelle correspondante est ouvert,
- les sectionneurs de mise à la terre placé en aval des fusibles (côté câble) sont fermés,
- toutes pièces conductrices, si elles existent, se prolongeant hors du compartiment sont mises à la terre par un sectionneur de terre installé à poste fixe en amont des fusibles.

b) La fermeture du capot ou de la porte de compartiment n'est possible que lorsque le sectionneur de mise à la terre aval et éventuellement amont sont fermés.

6.102.1.3 *Accès aux compartiments contenant des disjoncteurs*

a) Dans le cas de l'unité fonctionnelle Disjoncteur Départ Câbles, l'accès n'est possible que lorsque:

- le disjoncteur et le sectionneur sont ouverts ou le disjoncteur séparé électriquement (débroché par exemple),
- toute pièce conductrice se prolongeant hors du compartiment est mise à la terre.

b) Dans le cas de l'unité fonctionnelle Disjoncteur Départ Barres, l'accès n'est possible que lorsque:

- le disjoncteur et les deux sectionneurs sont ouverts ou le disjoncteur séparé électriquement (débroché par exemple),
- toute pièce conductrice se prolongeant dans les deux compartiments jeu de barres est mise à la terre.

6.102.1.4 *Accès aux compartiments contenant les transformateurs de tension ou les transformateurs MT/BT pour alimentation auxiliaire et leurs fusibles de protection*

L'accès n'est possible que lorsque:

- le sectionnement MT côté jeu de barres est réalisé,
- toute pièce conductrice se prolongeant dans le compartiment jeu de barres est mise à la terre,
- le dispositif de sectionnement BT est ouvert.

6.102.2 *Caractéristiques des compartiments d'accès interdit en exploitation normale*

Les portes, capots et cloisons de ces compartiments sont fixes, ils ne doivent pas pouvoir être démontés sans l'aide d'un outil, et ne doivent comporter ni poignées, ni charnières.

Seul le capot ou la porte qui permet l'accès le plus aisé à un tel compartiment est démontable de l'extérieur. Sa fixation est assurée à l'aide de vis à tête hexagonale. Les conditions d'accès seront définies par le constructeur dans la notice d'exploitation.

Le danger électrique qui résulterait de son ouverture doit en outre être signalé par le triangle jaune d'avertissement de danger (signal type T 10).

Les autres capots ou cloisons des compartiments d'accès interdit en exploitation normale ne doivent être démontables que de l'intérieur et après l'ouverture du capot ou porte d'accès.

- Compartiment jeu de barres

Les barres sont en cuivre ou en aluminium.
Les barres en aluminium sont étamées au niveau des contacts.

Les organes de liaison entre les différentes portions du jeu de barres doivent être facilement démontables en cas de remplacement d'une partie du jeu de barres, d'une unité fonctionnelle ou d'adjonction d'une nouvelle U.F.; ce remplacement, nécessitant la mise hors service de l'ensemble du tableau, doit être de courte durée.

NOTE - Lorsque l'U.F. comprend deux compartiments ou fractions de compartiment Jeu de Barres distincts (cas de l'unité fonctionnelle Disjoncteur Départ Barres), l'accès à ces compartiments ne devra pouvoir s'effectuer qu'en enlevant les capots propres à chaque compartiment.

6.103 *Raccordements et accès aux conducteurs*

6.103.1 *Raccordement des câbles MT*

- Les U.F. "arrivée directe" et "arrivée interrupteur" doivent pouvoir être raccordées par câble aluminium de section 95,150 ou 240 mm^2 conforme à la spécification HN 33-S-23. L'U.F. "interrupteur-fusibles associés" doit pouvoir être raccordée par câble aluminium de section 50 mm^2 conforme à la spécification HN 33-S-23.

- Les interfaces de raccordement sont identifiées par les repères fonctionnels L1, L2 et L3 de la gauche vers la droite, de bas en haut ou du fond vers l'avant. Ces repères doivent se situer sur l'unité fonctionnelle, à proximité des interfaces et être clairement visibles les câbles étant raccordés.

La fixation et le raccordement des câbles doivent permettre le respect des rayons de courbure minimaux présentés dans le tableau ci-après:

Tableau 5 - Rayons de courbure minimaux des câbles MT à respecter

Section du câble (mm^2)	Câbles unipolaires (cm)	Câbles torsadés (cm)
50	45	60
95	45	70
150	60	80
240	60	90

Le raccordement des câbles aux unités fonctionnelles arrivée directe, arrivée interrupteur et interrupteur-fusibles associés est réalisé:

6.103.1.1 Soit par extrémités unipolaires courtes de type EUIC conformes à la spécification HN 68-S-06.

6.103.1.2 Soit par prises de courant 24 kV sans accès au conducteur. Les prises de courant 24 kV et les parties fixes de l'unité fonctionnelle doivent être conformes à la spécification technique HN 52-S-61, modèle 400 A pour les U.F. arrivée directe et arrivée interrupteur, modèle 250 A pour les U.F. interrupteur-fusibles associés.

Les étriers de fixation des prises étant correctement positionnés, les écrans des câbles MT des U.F. arrivée doivent être isolés à 3 kV 50 Hz 1 min par rapport à la masse du tableau.

Le débrochage de ces prises n'est pas une opération normale d'exploitation puisque les traversées spéciales d'essais sont requises (voir paragraphe 6.103.2). La protection contre les défauts internes des prises de courant peut être assurée par des capots (un capot par U.F.). Dans ce cas, les capots ne comporteront aucun asservissement ou verrouillage.

6.103.2 *Accès aux conducteurs*

Il doit être possible de relier électriquement les conducteurs du câble MT raccordé à une unité fonctionnelle à un dispositif extérieur à celle-ci. Il s'agit soit d'un générateur permettant des essais sur le câble (essais diélectriques ou de localisation de défaut), soit d'un dispositif limiteur de tension (pavé de terre) conforme à la spécification HN 65-S-14.

6.103.2.1 *Cas ou les conducteurs des câbles sont directement accessibles*

Ceci est généralement le cas si le raccordement est réalisé par EUIC. L'accessibilité des conducteurs est possible dans le compartiment raccordement, sur les circuits principaux MT situés entre la cosse de l'EUIC (incluse) et la borne aval de l'interrupteur. Si un dispositif particulier facilitant les raccordements est installé à demeure sur les circuits principaux, l'unité fonctionnelle doit conserver toutes ses caractéristiques assignées.

L'accès au circuit principal n'étant possible que lorsque le sectionneur de mise à la terre est fermé, l'accès au conducteur doit être réalisé en respectant la procédure suivante:

- Fermeture du sectionneur de mise à la terre de l'U.F.;
- Enlèvement du capot ou ouverture de la porte du compartiment d'accès aux conducteurs;
- Connexion du dispositif extérieur sur les circuits principaux entre le raccordement de câble (cosses), et les bornes aval de l'interrupteur;
- Ouverture du sectionneur de mise à la terre de l'U.F. Dans cet état, avec porte ouverte ou capot enlevé, il ne doit plus être possible de fermer l'interrupteur de l'U.F.

La remise en service après essai doit être réalisée en respectant la procédure suivante:

- fermeture du sectionneur de mise à la terre;
- déconnexion du dispositif extérieur;
- remise du capot ou fermeture de la porte de l'U.F.;
- ouverture du sectionneur de mise à la terre de l'U.F.

Le dispositif amovible raccordé aux circuits principaux doit supporter 50 kV continu entre la masse et les pôles pendant 15 min, et un courant de 12,5 kA pendant 1 seconde. L'U.F. doit comporter pour le raccordement extérieur du dispositif amovible, une tige lisse d'au moins 60 mm de longueur et d'un diamètre de 12 mm.

Dispositif amovible en place, il ne doit pas être possible de remettre le capot ou de refermer la porte du compartiment.

6.103.2.2 Les conducteurs de câbles ne sont pas directement accessibles

Ceci est généralement le cas si le raccordement est fait par prise de courant MT.

Dans ce cas, l'accès au conducteur est réalisé à travers le sectionneur de mise à la terre par une borne d'accès située dans le circuit de terre du sectionneur de terre, déconnectable de la terre (voir schéma ci-après)

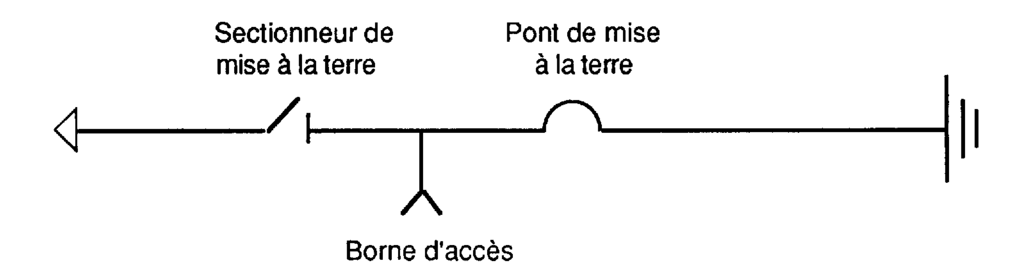


Figure 1 - Accès aux conducteurs

L'accès au conducteur de câble doit être réalisé en respectant la procédure suivante:

- fermeture du sectionneur de mise à la terre,
- connexion du dispositif extérieur sur la borne essai,
- ouverture du pont de mise à la terre. Dans cet état, il ne doit pas être possible de fermer l'interrupteur de l'U.F.

Les bornes d'accès aux conducteurs doivent supporter 50 kV en continu entre la masse et les pôles pendant 15 minutes.

Le raccordement des dispositifs d'essai ou de mise à la terre sur les bornes d'accès est réalisé sur une tige lisse dépassant du tableau d'au moins 60 mm, et ayant un diamètre de 12 mm.

Le circuit de mise à la terre et les bornes d'accès doivent pouvoir supporter les contraintes prévues au paragraphe 6.3.

Ces bornes doivent être identifiées par les repères L1, L2 et L3 correspondant aux raccordements MT.

La remise en service après essai doit être réalisée en respectant la procédure suivante:

- refermeture du pont de mise à la terre,
- déconnexion du dispositif extérieur,
- ouverture du sectionneur de mise à la terre.

6.104 *Sectionneurs de terre*

Voir 6.5.1.

6.105 *Verrouillages*

Outre les verrouillages interdisant l'accès aux différents compartiments et qui sont définis en 6.102, les verrouillages complémentaires suivants doivent être réalisés.

6.105.1 *Verrouillage entre les différents appareils d'une même unité fonctionnelle*

a) La manœuvre d'un interrupteur n'est possible que lorsque:

- les portes ou capots de l'unité fonctionnelle à laquelle il appartient sont fermés,
- le sectionneur de mise à la terre de l'unité fonctionnelle est ouvert.

b) La manœuvre d'un sectionneur associé à un disjoncteur n'est possible que lorsque:

- les portes ou capots de l'unité fonctionnelle à laquelle il appartient sont fermés,
- le disjoncteur auquel il est associé est ouvert,
- le (ou les) sectionneur de terre, s'il existe, de l'unité fonctionnelle est ouvert.

c) La fermeture d'un sectionneur de terre n'est possible que lorsque l'appareil de sectionnement (sectionneur ou interrupteur) de l'unité fonctionnelle à laquelle il appartient est ouvert. Lorsqu'un sectionneur de terre est fermé, il ne doit plus être possible de manœuvrer l'appareil qui lui est associé.

6.105.2 *Robustesse des dispositifs de verrouillage*

Les dispositifs de verrouillage doivent être suffisamment robustes pour résister à d'éventuelles tentatives de manœuvre interdite. En ce qui concerne le dispositif de verrouillage entre les organes de manœuvre des appareils, deux cas différents sont à considérer.

a) Si les organes de manœuvre sont fixes ou s'il est possible de les introduire pour tenter d'effectuer une manœuvre interdite, le dispositif de verrouillage doit être réalisé de manière à supporter sans déformation permanente ni rupture un effort de 750 N appliqué dans les conditions les plus défavorables (en ce qui concerne le point d'application et la direction de l'effort) sur l'organe de manœuvre.

b) Si l'introduction de l'organe de manœuvre est interdite par le dispositif de verrouillage les conditions de sécurité seront considérées comme remplies.

6.106 *Conditions d'utilisation des fusibles MT*

Le choix de calibre se fera en fonction de la tension de service et de la puissance du transformateur à protéger.

Le courant assigné de l'élément de remplacement du fusible sera choisi conformément aux indications du tableau 43 A de la norme NF C 13-100. Un déclassement des fusibles pourra être accepté s'ils sont utilisés dans des compartiments étanches, après accord entre le constructeur et l'utilisateur. Dans ce cas, le tableau de choix des éléments de remplacement sera fixé sur chaque U.F. interrupteur-fusibles, à l'intérieur du capot d'accès aux fusibles.

6.107 *Caractéristiques des matériaux*

Les différents matériaux (métaux, matériaux synthétiques ou organiques) ou leur revêtement de surface et leur mise en œuvre doivent être conformes aux prescriptions des normes en vigueur qui leur sont applicables.

Le constructeur devra apporter tous les éléments lui permettant d'assurer un bon comportement pendant toute la durée de vie du tableau.

Pendant au moins 10 ans, les surfaces altérées de l'enveloppe et des commandes, ne devront pas excéder 5% de la surface extérieure totale en contact avec l'air ambiant, dans les conditions normales de service définies au paragraphe 3.1.

7 Règles pour les essais de type

Ce chapitre décrit les essais qui doivent être effectués pour la qualification du matériel. Toute unité fonctionnelle sortant d'usine répondant à la présente spécification doit pouvoir satisfaire à l'intégralité des essais de ce chapitre.

Matériel soumis aux essais:

Les essais portent sur un tableau contenant en un ou plusieurs ensembles toutes les unités fonctionnelles décrites au chapitre 1.

Les essais des unités fonctionnelles arrivée interrupteur et interrupteurs-fusibles associés seront réalisés sur un tableau comportant deux U.F. arrivée interrupteur et une U.F. interrupteur-fusibles associés.

Pour faciliter les raccordements, les essais des autres U.F. pourront se faire en leur associant une ou deux U.F. arrivée interrupteur.

L'équipement BT normalement prévu sur les U.F. est mis en place ainsi que le relayage éventuel. Les essais des éléments constitutifs doivent être réalisés sur des éléments montés dans le tableau; toutefois, il est admis que, si ces essais ont été réalisés auparavant sur des éléments séparés, un programme allégé soit effectué.

Les unités fonctionnelles présentées aux essais doivent être munies de 4 m de câbles type HN 33-S-23 (150 mm^2 aluminium pour chaque U.F. arrivée directe, arrivée interrupteur et disjoncteur départ câbles, 50 mm^2 aluminium pour les U.F. interrupteurs-fusibles associés ou combinés) équipés de leurs systèmes de raccordement.

Tous les accessoires (leviers de manœuvre, indicateurs d'état de tension, notices, comparateur de phases, systèmes d'accès aux conducteurs..) évoqués dans la notice du dossier d'identification (Cf. chapitre 8) doivent être livrés avec le tableau. Afin de permettre la rédaction des programmes d'essais, ce dossier d'identification devra impérativement être fourni à EDF au moins 15 jours avant le début des essais. Les tableaux seront munis d'un dispositif permettant de contrôler la pression interne du SF_6 dans les laboratoires avant les essais diélectriques. Ce dispositif sera déposé pour les essais et l'appareillage scellé par le constructeur.

Contrôles préliminaires: avant de procéder aux essais, il sera contrôlé:

- que les règles de conception et de construction sont conformes à l'article 6,
- que la manutention et la mise en œuvre du tableau ne présentent aucune difficulté,
- que toutes les manœuvres d'exploitation sont réalisables et clairement explicitées dans la notice et le mode d'emploi.

Conditions normales d'essai

Lorsqu'elles ne sont pas précisées par ailleurs, les conditions d'essai sont:

- température de l'air ambiant: 15 à 35°C,
- humidité relative: 45 à 75%,
- pression atmosphérique: 860 à 1 060 mbars.

Pour les systèmes à pression scellés tous les essais seront réalisés à la pression d'essais, excepté les essais de vieillissement qui seront réalisés à la pression assignée de remplissage. La pression d'essais est la pression assignée de remplissage, diminuée de la chute de pression correspondant à la fuite admissible en 30 ans calculée à partir du taux de fuite déclaré par le constructeur. Avant l'ensemble des essais, le matériel est placé au moins pendant 24 heures dans ces conditions.

Choix de l'unité fonctionnelle arrivée interrupteur qui subira la série d'essais.

A réception du tableau, un repère est apposé sur l'une des U.F. arrivée, afin que tous les essais d'une même série soient conduits sur la même fonction.

Les essais de type comprennent:

- des essais à effectuer dans l'ordre ci-après impérativement sur la même U.F.:

  a) essais diélectriques: paragraphe 7.1
  b) essais de fonctionnement mécanique: paragraphe 7.102

c) essais de vérification des degrés de protection:	paragraphe 7.103
d) essais de tenue au courant de courte durée admissible:	paragraphe 7.5 sauf essai du § 7.5.104
e) essais d'établissement-coupure:	paragraphe 7.101
f) essais diélectriques après coupure:	paragraphe 7.107
g) essais des indicateurs lumineux de présence tension:	paragraphe 7.108

A l'issue de la série d'essais de qualification ci-dessous, le prototype sera examiné de préférence avant son départ des laboratoires en présence d'EDF et du constructeur.

Cet examen a pour objet de vérifier la conformité du matériel par rapport au dossier d'identification fourni et de constater l'état du matériel après essais.

- des essais à effectuer, suivant le choix du constructeur et après accord d'EDF, sur une (ou plusieurs) U.F. neuve ou ayant subi au préalable certains essais, dans un ordre indifférent.

a) essais d'échauffement:	paragraphe 7.3 et 7.4
b) essais de chaîne cinématique:	paragraphe 7.109
c) essais de longue durée:	paragraphe 7.110
d) essais de défauts internes:	paragraphe 7.106
e) essais des accessoires pour accès à la tête de câble:	paragraphe 7.5.104

- des essais à effectuer sur U.F. neuves.

f) essais de la tenue de vieillissement:	paragraphe 7.111
g) essais des systèmes de revêtement de surfaces extérieures:	paragraphe 7.112

7.1 *Essais diélectriques*

7.1.1 *Essais sur les circuits principaux MT*

Pendant les essais diélectriques, les indicateurs lumineux de présence tension sont en place.

Les essais des dispositifs de contrôle de l'état de tension et des accessoires pour accès à la tête de câble sont réalisés après les coupures et les essais mécaniques.

Le tableau sera séparé du sol par des isolateurs, afin de permettre la détection d'éventuels défauts.

Les essais sont réalisés selon la publication CEI 694 avec les précisions suivantes :

a) les simplifications éventuelles pour des raisons de symétrie (CEI 694 § 6.1.4) ne sont pas appliquées.

b) la méthode appropriée de la note 3 du § 6.1.7 de la CEI 694 permettant de décharger les matériaux est la suivante :

. on effectue deux chocs, l'un à 80-85 %, l'autre à 100 % de la tension spécifiée sur cette polarité sans sanction, comme moyen de conditionnement,
. on effectue les essais de la première série, en appliquant les quinze chocs à la polarité de départ,
. on effectue deux chocs de conditionnement à la polarité inverse (80-85 % et 100 %),
. on effectue les quinze chocs à cette polarité.

c) l'intervalle de temps entre deux chocs consécutifs est de l'ordre de la minute.

d) les valeurs des tensions d'essais sont celles définies en 5.2.

NOTE - Lorsque deux U.F. d'un même tableau sont identiques aussi bien par la nature des appareils composants que par leur disposition, il n'est pas utile de répéter sur l'autre U.F. les essais diélectriques effectués sur la première pour contrôler les appareils en position d'ouverture ou de fermeture.

7.1.2 *Essais sur les circuits auxiliaires BT*

7.1.2.1 *Essais diélectriques et mesures de résistance d'isolement*

Les essais diélectriques et les mesures de résistance d'isolement définis ci-après s'appliquent aux équipements d'auxiliaires BT présentés en 6.4, excepté les circuits des indicateurs de présence tension.

Les modalités d'exécution des essais sont celles du code d'essais HN 64-E-04, exceptée la méthode d'essai (§ 7.2 HN 64-E-04) qui devient:

- avant les essais de tenue en tension de choc de foudre, il est procédé à la détermination du rendement du générateur de chocs en fonction du circuit à tester, ce réglage est effectué entre 50 et 80% de la tension spécifiée dans le paragraphe 5.3;

- il est appliqué successivement 5 ondes de choc de polarité positive puis 5 ondes de choc de polarité négative (la tension effective sur le circuit étant la valeur spécifiée). Deux chocs successifs sont séparés par une durée d'au moins 5 secondes.

Les valeurs des tensions d'essais sont celles définies en 5.3. S'il est fait usage d'un dispositif de limitation des surtensions (5.4) entre les conducteurs et la masse, les dispositions suivantes sont à respecter:

- le dispositif ne doit pas être déconnecté pendant les essais (4.3 HN 64-E-04).

- pour l'essai diélectrique à 50 Hz, s'il n'est pas possible de l'effectuer avec une tension alternative, on utilise une tension continue égale à $\sqrt{2}$ fois la tension d'épreuve alternative. L'intensité de la source est limitée à 5 mA.

  L'intensité débitée par le générateur de tension utilisé pour les essais doit rester inférieure ou égale à 20 mA efficace ou 2 mA si l'essai est effectué avec une tension continue.

- la qualité du dispositif de limitation des surtensions pourra être testée par un essai de surtension haute énergie dont les modalités, l'exécution et les sanctions seront définies par EDF.

7.1.2.2 *Contrôle du niveau de protection*

On vérifie sur les différents circuits:

- contacts répétiteurs de position;
- contacts détecteurs de position;
- bobines de manœuvres;
- alimentation auxiliaire;
- diviseurs capacitifs;
- circuits secondaires des transformateurs de courant;
- circuits secondaires des transformateurs de tension;
- liaisons avec des circuits extérieurs à l'U.F.

que les tensions transitoires, en modes commun et différentiel, mesurées à l'aide de voltmètres de crête ou d'oscillographes d'impédance supérieure ou égale à 10 MΩ, ne dépassent pas 1,6 kV pour la valeur de crête la plus élevée, dans la bande de fréquence 0 à 10 MHz.

Ces tensions sont mesurées au cours des essais des organes MT (interrupteur-sectionneur, sectionneur des transformateurs de tension, disjoncteur) et lors du fonctionnement des éléments BT.

7.2 *Essais de tension de perturbation radioélectrique*

Sans objet.

7.3 *Essais d'échauffement*

Les conditions d'essai sont celles de la Publication CEI 694. Les capteurs sont installés par le constructeur aux endroits les plus significatifs de l'unité fonctionnelle, qui seront précisés par le laboratoire réalisant les essais.

Les essais seront conduits:

- sur les U.F. arrivée interrupteur, disjoncteur départ barres et disjoncteur départ câbles (Ia = 400 A)
- sur les U.F. interrupteur-fusibles associés ou combinés.

L'essai d'échauffement d'une unité fonctionnelle interrupteur-fusibles peut être réalisé successivement avec chacun des trois calibres de fusibles 16, 43 ou 63 A. Le laboratoire pourra utiliser les jeux de fusibles de son choix, agréés par EDF.

Le courant d'essai pour chaque calibre de fusible est égal à 1,3 fois la valeur assignée du courant du transformateur de plus forte puissance, sous la plus faible tension primaire, protégé par ces fusibles. Le tableau de choix des éléments de remplacement en fonction de la tension primaire et de la puissance du transformateur sera établi par le constructeur (voir 6.106).

Les valeurs des courants d'essais sont récapitulées dans le tableau ci-après:

Tableau 6 - Courants d'essais

Puissance du transformateur / Tension primaire	160 kVA	250 kVA	400 kVA	630 kVA	000 kVA
10 kV	12 A	18,8 A	30 A	47,3 A	-
15 kV	8 A	12,5 A	20 A	31,5 A	50 A
20 kV	6 A	9,4 A	15 A	23,6 A	37,5 A

Si le tableau de choix du constructeur des éléments de remplacement correspond au tableau 43 A de la norme NF C 13-100, les trois valeurs des courants d'essai sont alors celles du tableau ci-après:

Tableau 7 - Coordination entre calibres des fusibles et valeur du courant d'essai

Calibre des fusibles	Valeur du courant d'essai
16 A	12,5 A
43 A	37,5 A
63 A	50 A

Les valeurs des échauffements ne doivent pas dépasser celles prévues dans le tableau 2 (5.6.2). Les échauffements des différentes pièces ne faisant pas l'objet de normes ou spécifications particulières (broches, conducteur, etc.) ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans la Publication CEI 694.

En particulier, les valeurs d'échauffement du corps des fusibles, de l'enveloppe et des capots accessibles devront être respectées.

7.4 *Mesure de la résistance du circuit principal*

La mesure est effectuée en courant continu en mesurant la chute de tension ou la résistance entre les bornes de chaque pôle.

La résistance mesurée sur la totalité du circuit principal indique le bon état du trajet du courant. Cependant, aucune tolérance ne peut être spécifiée.

Au cours de l'essai, le courant doit avoir une valeur quelconque convenable comprise entre 50 A et le courant assigné en service continu.

La mesure de la chute de tension en courant continu ou de la résistance doit être effectuée avant l'essai d'échauffement, le matériel se trouvant à la température de l'air ambiant et après l'essai d'échauffement lorsqu'il s'est refroidi jusqu'à une température égale à celle de l'air ambiant. Les résistances mesurées au cours de ces deux essais ne doivent pas différer de plus de 20%.

La valeur mesurée de la chute de tension en courant continu ou de la résistance doit être indiquée dans le rapport d'essais de type, de même que les conditions générales au cours de l'essai (courant, température de l'air ambiant, points de mesure, etc.).

7.5 *Essais de tenue au courant de courte durée admissible*

7.5.101 *Essais des circuits principaux*

La vérification de la tenue aux conditions thermiques et aux efforts électrodynamiques est réalisée, selon les circuits, aux valeurs indiquées aux paragraphes 5.7, 5.8 et 5.9.

L'essai est effectué en triphasé pour les circuits soumis à 12,5 kA. Il peut être effectué en monophasé dans les autres cas. Le courant prescrit doit circuler au moins une fois dans chaque type d'appareil et de connexion de chacune des fonctions.

L'essai peut être réalisé en plusieurs étapes pour couvrir tous les circuits nécessaires. Dans ce cas, un intervalle de temps suffisant doit être laissé entre ces essais pour que les parties communes aux différents circuits puissent refroidir (au moins 15 minutes en principe).

7.5.102 *Essais des circuits de terre du tableau*

L'essai est réalisé sur chaque modèle de sectionneur de mise à la terre du tableau présenté aux essais de type. On fait passer un courant monophasé pendant 1 s entre le point commun des trois phases de chaque sectionneur de mise à la terre et le point le plus éloigné du collecteur de terre.

Pour faciliter l'essai, le circuit d'essai peut comporter une partie du circuit principal. Le courant appliqué est le courant de courte durée admissible assigné du sectionneur de mise à la terre correspondant.

Après l'essai, aucune partie du circuit ne doit présenter de détérioration notable.

La tension entre la borne du collecteur de terre prévu pour être raccordé au circuit de terre de l'installation et le point le plus éloigné de l'enveloppe ne doit pas dépasser 50 V efficace.

7.5.103 *Essais de vérification de la continuité électrique entre les masses métalliques de chaque U.F.*

L'essai est réalisé sur chaque U.F. après l'essai de tenue au vieillissement défini au paragraphe 7.111.

On fait passer 1 kA pendant 1 s dans les circuits compris entre le collecteur de terre et les masses métalliques accessibles de l'U.F. (châssis, parois, synoptique, capot amovible...).

La tension mesurée entre l'entrée et la sortie de chaque circuit ne doit pas dépasser 50 V efficace.

7.5.104 *Essai des accessoires pour accès à la tête de câble*

Cet essai n'est réalisé que sur les U.F. raccordées par prises de courant et comportant un dispositif d'accès aux conducteurs (paragraphe 6.103.2.2).

On utilise trois tresses de cuivre isolées de section 70 mm^2 et de longueur 1,50 m. Chaque tresse est raccordée à une borne d'accès au conducteur du tableau MT au moyen d'un étau agréé par EDF.

Les trois extrémités libres des tresses sont reliées entre elles et à la terre par une masse d'environ 3 kg représentant le pavé de terre. Les tresses et la masse solidaire des tresses sont libres et sans fixation.

L'interrupteur est en position "ouvert" et le sectionneur de terre est en position "fermé". Le pont de mise à la terre est retiré après fixation des étaux.

On alimente le tableau MT par l'intermédiaire des prises de courant correspondant à l'interrupteur pendant 1 s avec un courant triphasé de 12,5 kA et sa valeur de crête correspondante.

L'essai est jugé satisfaisant si à l'issue de l'essai, les tresses et leur étau restent solidaires du tableau MT. Les bornes d'accès sur lesquelles sont fixés les étaux peuvent être déformées.

7.101 *Essais d'établissement et de coupure*

7.101.1 *Cas des interrupteurs*

Les interrupteurs doivent subir tous les essais prévus dans la Publication CEI 265-1 paragraphe 6.101 avec les précisions suivantes:

- la séquence d'essai est celle des interrupteurs à fréquence de manœuvre accrue;
- les séries d'essais doivent se suivre dans l'ordre de 1 à 5, sans remise en état de l'interrupteur;
- en plus du contrôle visuel, l'essai sera sanctionné par un essai diélectrique défini au paragraphe 7.107.1 de la présente spécification.

7.101.2 *Cas des interrupteurs-fusibles combinés*

Les essais sont appliquées dans les conditions prescrites dans la Publication CEI 420.

7.101.3 *Cas des sectionneurs de terre*

L'essai de vérification du pouvoir de fermeture des sectionneurs de terre sera effectué dans les mêmes conditions que celles prévues pour les interrupteurs (CEI 265-1).

Pour cela, on réalise soit deux établissements pour les sectionneurs de terre dont les contacts sont accessibles en exploitation normale, soit cinq établissements pour les sectionneurs de terre dont les contacts ne sont pas accessibles en exploitation normale, d'un courant égal au pouvoir de fermeture assigné sur court-circuit des sectionneurs de terre indiqué en 5.15.8 sous 24 kV. La durée du courant de court-circuit ne doit pas être inférieure à 0,1 s.

Pendant cet essai, il ne doit se produire aucune dégradation fonctionnelle et diélectrique sur les appareils et matériels composant le tableau et le comportement du sectionneur de terre devra être le même que celui exigé pour les interrupteurs (Publication 265-1, paragraphes 6.101.14 et 16, à l'exclusion des règles relatives au pouvoir de coupure).

7.101.4 *Cas des disjoncteurs*

Les essais de type des disjoncteurs sont ceux décrits dans la NF C 64-100 associée aux règles complémentaires des NF C 64-110 et UTE C 64-115 et réalisés avec les caractéristiques assignées définies en 5.15.5.

7.102 *Essais de fonctionnement mécanique*

7.102.1 *Vérification du fonctionnement mécanique aux températures limites*

Ces essais s'appliquent aux interrupteurs et aux sectionneurs de terre et se font hors tension.

L'U.F. est placée dans une chambre d'essai.

a) on effectue 10 manœuvres fermeture-ouverture d'un interrupteur arrivée, de l'interrupteur protection transformateur, d'un sectionneur de terre arrivée et des sectionneurs de terre Amont et Aval de la protection transformateur.

b) la température est abaissée jusqu'à la température minimale de l'air ambiant (voir paragraphe 3.1.a) et maintenue à cette température pendant une période suffisamment longue pour obtenir l'équilibre thermique.

On effectue les 10 manœuvres fermeture-ouverture définies en a).

c) la température est augmentée jusqu'à la température maximale de l'air ambiant (40 °C, voir paragraphe 3.1.a) et maintenue à cette température pendant une période suffisamment longue pour obtenir l'équilibre thermique.

On effectue les 10 manœuvres fermeture-ouverture définis en a).

Sanction: Toutes les manœuvres définies en a, b et c doivent s'effectuer correctement et les mesures des efforts exercés sur les poignées de manœuvres, ne doivent pas excéder 300 N. En cas de doute sur le fonctionnement des interrupteurs ou sectionneurs de terre, il pourra être effectué une mesure des vitesses de manœuvres et si nécessaire un essai d'établissement ou de coupure.

7.102.2 *Essais d'endurance mécanique*

L'interrupteur de l'unité fonctionnelle arrivée subira 1 000 manœuvres fermeture-ouverture.

L'interrupteur de l'unité fonctionnelle protection transformateur subira 1 000 manœuvres fermeture-ouverture.

Les sectionneurs de terre associés à ces interrupteurs subiront également chacun 1 000 manœuvres fermeture-ouverture.

Avant et après chaque endurance, une mesure de la résistance de contact et des efforts de manœuvre sera réalisée.

Aucune réduction du nombre de manœuvres n'est admise au titre d'essais effectués par ailleurs selon les procédures décrites dans d'autres paragraphes.

Si un incident mécanique intervient sur la commande ou l'interrupteur, après ces 1 000 manœuvres (lors des essais suivants), le constructeur sera autorisé à réparer. Aucune sanction ne sera prise à l'encontre de cette défaillance.

Le disjoncteur des unités fonctionnelles "disjoncteur" subira à 1 000 cycles de manœuvres selon la norme NF C 64-100.

7.102.3 *Verrouillages*

Cette phase des essais comprend la vérification générale de conformité du matériel au dossier d'identification, le contrôle du fonctionnement des interrupteurs et des sectionneurs, et de la mise en œuvre des éléments amovibles et des différents accessoires livrés avec le tableau, selon les directives de la notice d'utilisation.

En particulier, on vérifie que les dispositions prévues au paragraphe 6.5 sont respectées (maintien de la position des appareils, commande enlevée, possibilité de cadenassage ou d'immobilisation).

On procède ensuite à la mesure des efforts sur les poignées de manœuvre, qui, conformément au paragraphe 6.5. ne doivent pas excéder 250 N, aux contrôles de l'efficacité des verrouillages qui doivent résister à un effort de 750 N, sans rupture ni déformation.

On vérifie d'autre part la possibilité d'installation de trois cadenas de diamètre d'anse 8 mm, et la résistance mécanique des dispositifs de condamnation à une énergie de choc de 20 joules.

7.103 *Essais de tenue aux impacts mécaniques*
Essais de vérification des degrés de protection

Ces essais seront réalisés dans l'ordre suivant:

- vérification aux impacts mécaniques conformément aux prescriptions du document C 20-015. Après cet essai, le degré de protection du matériel et des personnes doit être conservé;

- vérification des degrés de protection du matériel et des personnes (voir paragraphe 6.101) conformément à la Publication CEI 529.

7.104 *Mesure des courants de fuite*

Sans objet.

7.105 *Essai d'immersion temporaire*

Sans objet.

7.106 *Essais de défauts internes*

7.106.1 *Défaut interne dans un système à pression scellé*

Un défaut d'étanchéité de l'enveloppe d'un système à pression scellé entraîne une perte de ses caractéristiques diélectriques. Celle-ci peut occasionner:

- un franchissement de la distance de sectionnement,
- un amorçage,
- une non-coupure de l'interrupteur lors d'une manœuvre d'ouverture.

L'essai de défaut interne est destiné à vérifier l'efficacité des dispositions constructives permettant d'assurer la sécurité des personnes se trouvant à proximité du tableau (paragraphe 6.101.2) lors de ces défaillances.

L'essai considéré comme le plus représentatif de l'ensemble des défaillances est l'essai de défaut interne initié par une non-coupure de l'interrupteur lors de l'ouverture de son courant assigné. L'enveloppe du système à pression scellé est simplement remplie d'air à la pression atmosphérique.

A Modalités de l'essai

A.1 *Montage d'essai*

L'unité fonctionnelle en essai sera associée à deux autres U.F. pour constituer un tableau.

Le tableau soumis à l'essai est complet. Il peut être neuf ou avoir subi au préalable certains essais de type.

L'unité fonctionnelle en essai est alimentée par des câbles type HN 33-S-23 de 150 mm^2 de section.

La mise à la terre sera réalisée sur le collecteur général des masses.

L'environnement destiné à approcher au mieux les conditions normales de service et simulant le local est réalisé à l'aide de panneaux ignifugés de résistance mécanique suffisante. On représente ainsi deux des murs perpendiculaires, le plancher et le plafond. Le plancher sous le tableau étant "plein", les câbles de raccordement MT le traverseront par des trous de diamètre 80 mm ± 10 mm aux emplacements précisés par le constructeur.

L'unité fonctionnelle soumise à l'essai est celle qui se situe le plus à gauche en regardant la face avant du tableau.

Le plan de montage et les cotes à respecter sont donnés en annexe F.

A.2 *Indicateurs (pour constater l'effet thermique des gaz)*

Les indicateurs sont des morceaux de tissu de coton noir de 150 g/m^2. Ils sont placés dans des cadres en tôle d'acier de dimensions 150 x 150 ± 5 mm.

Ces cadres forment un panneau de 2 m de hauteur et d'au moins 1,4 m de largeur.

Ce panneau est disposé verticalement et placé à 30 cm ± 5% devant le tableau en essai, face à tous les points d'où les gaz peuvent s'échapper (accessibilité classe A CEI 298), de façon à simuler l'opérateur manœuvrant l'interrupteur. Les cotes de positionnement sont indiquées en annexe F.

A.3 *Prises de vue*

Dans la mesure du possible, l'essai sera filmé à l'aide de deux caméras rapides avec film couleur.

Les deux caméras seront disposées selon le plan ci-après, de façon à visualiser le trajet des gaz et particules enflammés.

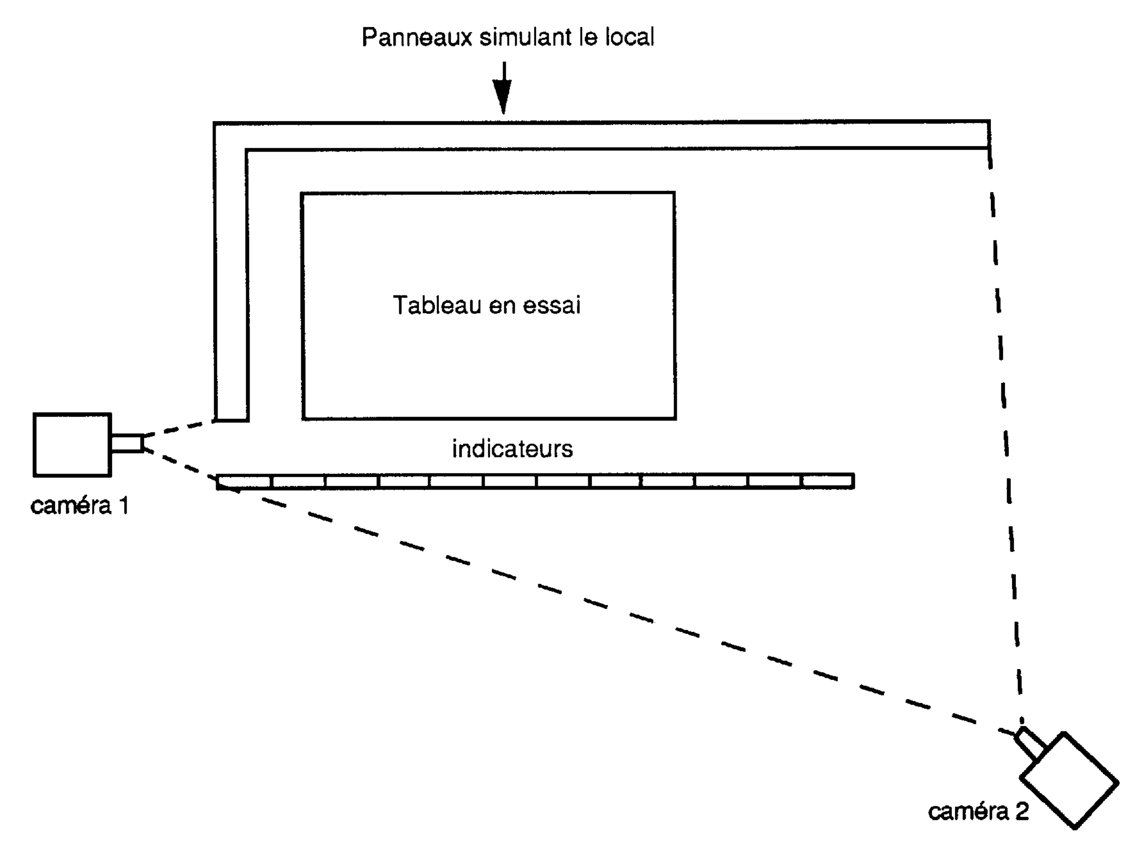


Figure 2 - Emplacement des caméras d'enregistrement

La caméra 1 sera réglée pour la luminosité d'ambiance (vitesse de l'ordre de 500 images/s) et cadrera l'espace entre le tableau et les indicateurs.

La caméra 2 sera réglée pour la luminosité d'un arc (vitesse ≥ 2 000 images/s) et englobera les parties latérales et supérieure du tableau.

B Exécution

Le diélectrique de l'enveloppe est remplacé par de l'air à la pression atmosphérique.

B.1 L'arc de puissance est amorcé par une non coupure de l'interrupteur en tentant de lui faire couper un courant de charge inductive triphasé égal à son courant assigné en service continu (400 A), avec un Cos φ = 0,1. Dans la mesure où cette méthode ne permettrait pas d'obtenir une non coupure, il est possible d'utiliser un courant de charge inductive triphasé de 600 ou de 800 A.

Dans la mesure où cette méthode ne permettrait pas d'obtenir une non coupure, un accord constructeur-utilisateur sur la méthode à utiliser (diminution de la vitesse d'ouverture ou courant de charge plus important) est à prévoir.

B.2 *Courant et tension appliqués*

a) Généralités

L'essai est effectué en triphasé.

b) Tension

La tension appliquée sur le circuit d'essai est en principe égale à la tension assignée. Une tension inférieure à cette valeur peut être choisie si les conditions suivantes sont respectées:

- le courant reste pratiquement sinusoïdal;
- l'arc ne s'éteint pas prématurément.

c) Courant

Le courant de court-circuit triphasé appliqué pendant l'essai est de 12,5 kA efficace (Cos $\varphi < 0,15$) et le courant de court-circuit homopolaire est limité à 1 000 A efficace.

* Composante alternative:

Le courant de court-circuit spécifié est en principe réglé avec une tolérance de + 5% - 0%. Ces tolérances s'appliquent au courant présumé seulement si la tension appliquée est égale à la tension assignée. Le courant reste en principe constant.

NOTE - Si la station d'essai ne peut pas satisfaire cette condition, la durée d'essai sera allongée jusqu'au moment où l'intégrale de la composante alternative du courant devient égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de + 10% - 0%. Dans ce cas, le courant est en principe égal à la valeur spécifiée au moins pendant les trois premières demi-périodes et ne descend pas en dessous de 50% de la valeur spécifiée à la fin de l'essai.

* Composante apériodique:

Le circuit doit être tel que le coefficient d'asymétrie maximal présumé sur chaque phase soit égal à 2,5 avec une tolérance de + 5% - 0%. Si la tension est inférieure à la tension assignée, la valeur de crête du courant de court-circuit pour l'appareillage sous enveloppe métallique en essai, n'est en principe pas inférieure à 90% de la valeur de crête présumée.

B.3 *Durée de l'essai*

La durée de court-circuit est fixée à 0,7 s.

C Critères pour l'interprétation de l'essai

L'essai sera considéré comme satisfaisant si tous les critères ci-après sont satisfaisants.

Critère n°1 Les portes, capots, etc., placés en face avant doivent rester solidement fixés et ne pas s'ouvrir.

Critère n°2 Aucune partie de masse supérieure à 60 grammes après projection n'est retombée devant le tableau. De plus, aucun éclat ou pièce, quelle que soit sa taille ne doit avoir traversé les indicateurs thermiques.

Critère n°3 Aucun indicateur thermique ne s'est enflammé.

Critère n°4 Les connexions de mise à la terre sont efficaces (aucune détérioration).

D Compte rendu d'essai

Le compte rendu d'essai contiendra les informations suivantes:

- caractéristiques de l'ensemble essayé, accompagné d'un plan avec les dimensions principales, y compris les détails relatifs à la structure mécanique, la disposition des dispositifs de surpression, la technologie employée, le système de fixation au plancher;

- disposition des branchements du circuit d'essais;

- disposition et matériaux des indicateurs;

- enregistrement oscillographique représentant les courants et les tensions d'essais (valeurs et durée d'essai);

- description des effets constatés;

- autres informations utiles;

- photos de l'appareil avant et après les essais, avec détails si nécessaires (éclats, parties fissurées, etc.);

- référence des films pris au cours de l'essai.

7.106.2 *Défaut interne dans les compartiments raccordement câbles et fusibles*

Un arc peut se développer dans ces compartiments à la suite:

- d'une défectuosité des extrémités unipolaires ou de leur raccordement,
- de la fermeture accidentelle sous tension d'un sectionneur de mise à la terre n'ayant pas de pouvoir de fermeture assigné de 12,5 kA.

L'arc interne est réalisé dans le compartiment contenant les raccordements par extrémités unipolaires des U.F. arrivée directe et arrivée interrupteur, et dans le compartiment fusibles de l'U.F. interrupteur-fusibles soit comportant un sectionneur de mise à la terre en amont des fusibles, séparé de l'interrupteur et n'ayant pas le pouvoir de fermeture assigné de 12,5 kA, soit ne comportant pas de sectionneur de mise à la terre en amont des fusibles.

A Modalités de l'essai

A.1 *Montage d'essai*

Le montage est identique à celui mis en œuvre pour l'essai de défaut interne dans un système à pression scellé. L'unité fonctionnelle en essai est alimentée par des câbles type HN 33-S-23 de 150 mm^2 de section, avec extrémités type EUIC.

A.2 *Indicateurs*

Identiques à ceux du paragraphe 7.106.1.

A.3 *Prises de vue*

Identiques à celles du paragraphe 7.106.1.

B Exécution

B.1 L'arc de puissance est en principe amorcé entre les phases par un fil métallique d'environ 0,5 mm de diamètre ou, dans le cas où les conducteurs de phases sont séparés par des éléments métalliques mis à la terre, entre une phase et la terre.

Dans l'appareillage où les parties actives sont couvertes par un isolant solide, l'arc est en principe amorcé entre deux phases voisines à des jointures ou des fentes des parties enrobées d'isolant. L'alimentation est triphasée, afin de permettre au défaut de se transformer en un défaut triphasé.

NOTE - L'arc n'est pas amorcé en perforant l'isolant solide.

Le point d'amorçage est choisi de telle manière que l'arc produise les plus grandes contraintes dans l'appareillage. En cas de doute, il peut s'avérer nécessaire de soumettre l'appareillage à plusieurs essais.

B.2 *Courant et tension appliqués*

Identiques au paragraphe 7.106.1, avec le complément suivant:

Le moment de la fermeture est en principe choisi de telle façon que la valeur de crête du courant présumé (avec une tolérance de + 5% - 0%) parcourant une des phases extrêmes soit 2,5 fois la valeur efficace de la composante alternative et qu'une grande boucle de courant soit simultanément présente dans l'autre phase extrême.

B.3 *Durée de l'essai*

La durée du court-circuit est fixée à 0,7 s.

C Critères pour l'interprétation de l'essai

Identiques à ceux du paragraphe 7.106.1.

D Compte rendu d'essai

Même structure que celui du paragraphe 7.106.1.

7.106.3 *Défaut interne aux prises de courant*

Une défectuosité du produit ou une mauvaise mise en œuvre sur site peut entraîner un arc interne dans la prise de courant. L'essai de défaut interne est destiné à vérifier l'efficacité des dispositions constructives prises sur l'unité fonctionnelle permettant d'assurer la sécurité des personnes se trouvant à proximité du tableau.

A Modalités de l'essai

A.1 *Montage d'essai*

Le montage est identique à celui mis en œuvre pour l'essai de défaut interne dans un système à pression scellé. L'unité fonctionnelle en essai est alimentée par des câbles type HN 33-S-23 de 150 mm^2 de section, avec prises de courant 400 A qualifiées indépendamment du tableau suivant la spécification HN 52-S-61. Les dispositions du paragraphe 6.103 doivent être respectées.

A.2 *Indicateurs*

Identiques à ceux du paragraphe 7.106.1.

A.3 *Prises de vue*

Identiques à celles du paragraphe 7.106.1.

B Exécution

B.1 L'arc de puissance est amorcé par un défaut radial de la prise centrale de la fonction arrivée de l'U.F. Le défaut est initié par un percement radial du diviseur capacitif (Ø 3 mm) jusqu'au contact du conducteur actif et par l'insertion d'un fil de cuivre de 0,5 mm de diamètre.

B.2 *Courant et tension appliqués*

Ils sont identiques à ceux du paragraphe 7.106.2, excepté les valeurs des courants qui sont les suivantes:

Le courant de court-circuit triphasé présumé pendant l'essai est au moins de 6 kA efficace (Cos $\varphi < 0,15$) et le courant de court-circuit homopolaire est limité à 2 kA efficace.

B.3 *Durée de l'essai*

La durée du court-circuit est fixée à 0,7 s.

C Critères pour l'interprétation de l'essai

Identiques à ceux du paragraphe 7.106.1.

D Compte rendu d'essai

Même structure que celui du paragraphe 7.106.1.

7.107 *Essais diélectriques après coupure*

7.107.1 *Tenue des interrupteurs sur la distance de sectionnement*

On vérifie la tenue au choc de foudre sur la distance de sectionnement conformément au paragraphe 34.4 de la norme NF C 64-130.

7.107.2 *Accès aux conducteurs*

Cet essai n'est réalisé que sur les unités fonctionnelles raccordées par prises de courant et comportant un dispositif fixé à demeure sur l'U.F. (6.103).

a) Modalités

L'essai est effectué sur une unité fonctionnelle «arrivée». L'interrupteur-sectionneur est ouvert et le sectionneur de terre fermé.

Le pont de mise à la terre (paragraphe 6.103) est déconnecté. Le jeu de barres est en court-circuit et à la terre (fermeture du second interrupteur-sectionneur arrivée) par les raccordements MT de la seconde unité fonctionnelle arrivée.

b) Exécution

On applique une tension de 50 kV continue par rapport à la masse du tableau, dans les deux polarités pendant 15 minutes, successivement à chaque borne d'accès, les autres étant reliées à la masse.

c) Sanction

Pendant l'essai, il ne doit être constaté ni amorçage, ni perforation, ni contournement.

7.107.3 *Essai d'isolement des écrans des câbles moyenne tension des fonctions arrivée par rapport à la masse du tableau*

Cet essai n'est réalisé que sur les unités fonctionnelles raccordées par prises de courant.

a) Modalités

Les câbles MT sont raccordés à l'unité fonctionnelle par l'intermédiaire de prises de courant. On s'assurera que les étriers des prises sont parfaitement en position et correctement serrés. Les tresses des écrans des câbles MT sont déconnectées du collecteur général de mise à la terre des masses de l'U.F. et reliées entre elles.

b) Exécution

On vérifie la tenue à fréquence industrielle à la tension de 3 kV pendant 1 min entre les tresses déconnectées et à la masse de l'unité fonctionnelle.

c) Sanction

Pendant l'essai, il ne doit être constaté ni amorçage, ni perforation, ni contournement.

7.108 *Essais des indicateurs lumineux de présence tension*

On vérifie que les conditions du paragraphe 6.4.1. sont remplies sur un dispositif indicateur d'une U.F.:

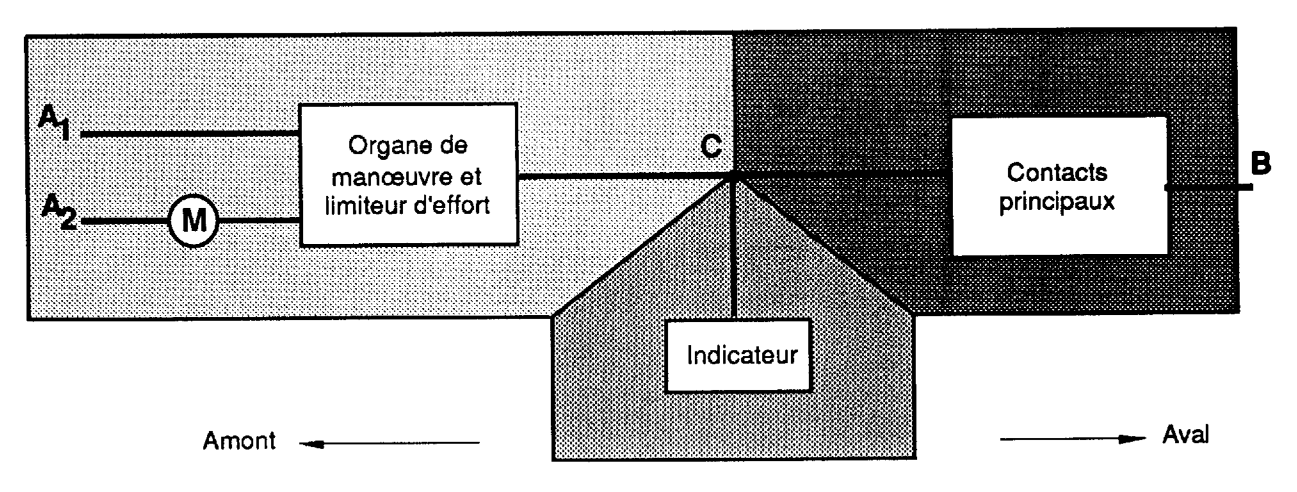
- contrôle de l'alternance conservée,
- contrôle de la visibilité des indicateurs pour une tension triphasée efficace de 13 kV,
- contrôle de la fréquence de clignotement pour une tension triphasée efficace variant de $10/\sqrt{3}$ à 24 kV,
- contrôle de la valeur de la tension efficace maximale délivrée par les diviseurs capacitifs. Dispositifs déconnectés, elle ne doit pas dépasser 1 200 V et être conforme à la valeur mentionnée dans la notice du constructeur. L'impédance du circuit global de mesure devra être égale à 1 MΩ ± 10%,
- contrôle de concordance des phases, entre les fonctions raccordées par câbles. Ce contrôle sera effectué à l'aide du comparateur de phases simplifié défini en 6.4.1.4. Pendant ce contrôle, il sera vérifié que pour une tension de 24 kV triphasée, le déphasage mesuré entre deux indicateurs lumineux d'une même U.F. ou entre deux U.F. n'excède pas 10 degrés,
- contrôle de la séparation des circuits par suppressions successives des tensions des trois phases, contrôle du bon fonctionnement des deux autres voyants correspondant aux phases sous tension. Si les lampes sont interchangeables, contrôle du fonctionnement des deux lampes restantes lorsqu'on enlève successivement chacune des trois lampes ou lorsque l'on remplace successivement chaque lampe par un court-circuit.

7.109 *Essai des chaînes cinématiques*

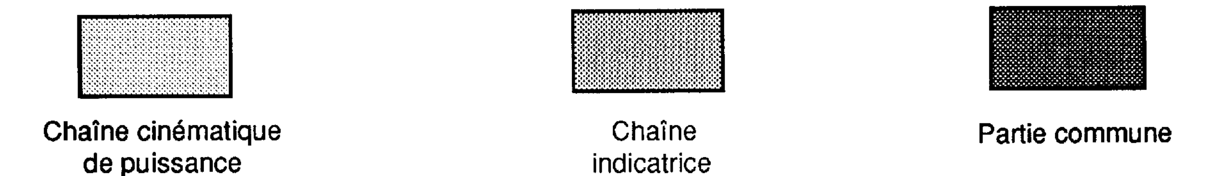
Ces essais sont réalisés sur les chaînes cinématiques des interrupteurs-sectionneurs, des sectionneurs de mise à la terre, et des sectionneurs situés sur des commandes à manœuvre dépendante ou indépendante manuelle.

7.109.1 *Principe d'une chaîne cinématique*

Le schéma suivant définit les différentes parties de la chaîne cinématique établissant la liaison entre l'organe de manœuvre et les contacts principaux de l'interrupteur, du sectionneur de mise à la terre ou du sectionneur.



C : Point de connexion de l'indicateur sur la chaîne cinématique de puissance



Chaîne cinématique de puissance

Chaîne indicatrice

Partie commune

A_1: Dispositif manuel de commande

A_2: Dispositif électrique de commande

Figure 3 - Schéma de principe d'une chaîne cinématique

Cette chaîne comprend essentiellement:

- la chaîne cinématique de puissance, constituée par le système mécanique reliant et incluant les organes de manœuvre et les contacts principaux;
- la chaîne indicatrice, constituée par le système mécanique reliant et incluant les contacts principaux et l'indicateur de position;
- un point de connexion C, point le plus en amont de la partie commune des deux chaînes.

L'organe de manœuvre est actionné par le dispositif manuel A_1 (ou A_2 en cas de commande électrique voir paragraphe 6.6).

NOTE - L'indicateur peut être également situé au point B.

Le but des essais consiste à vérifier l'efficacité et la robustesse du dispositif limiteur d'effort lorsqu'il existe d'une part, puis à vérifier que la chaîne indicatrice peut résister à des contraintes supérieures à celles transmises en aval du dispositif limiteur d'effort.

7.109.2 *Modalités des essais*

Les essais sont effectués à la température ambiante.

Les mesures des forces ou couples seront effectuées lors de manœuvres d'ouverture sur l'interrupteur et lors de manœuvres de fermeture sur le sectionneur de mise à la terre.

Le contrôle des chaînes indicatrices sera effectué contacts principaux fermés et bloqués sur un interrupteur ou un sectionneur et contacts principaux ouverts et bloqués sur un sectionneur de mise à la terre.

On immobilise les pièces mobiles du contact associé à la chaîne cinématique la plus longue. (Pour les commandes indépendantes cette immobilisation doit intervenir après la libération de l'énergie emmagasinée).

7.109.3 *Exécution des essais*

7.109.3.1 *Appareils à manœuvre indépendante*

Pour ces appareils, par conception, la fonction limiteur d'effort est intégrée dans le dispositif à accumulation d'énergie.

a) Mesure de la force de manœuvre normale limitée F'_n

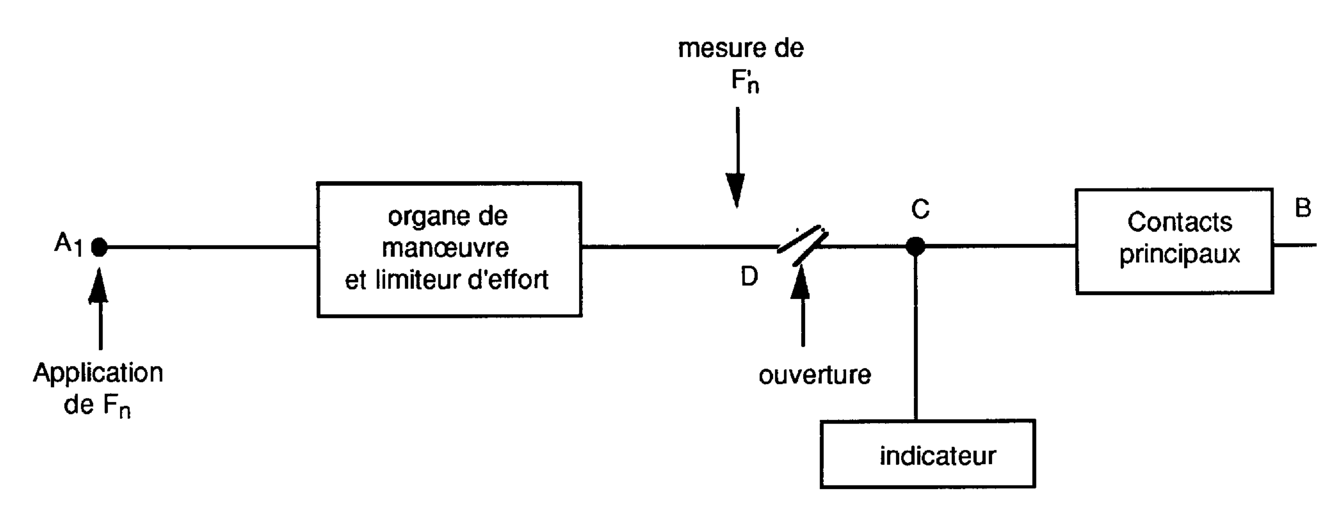


Figure 4 - Mesure de la force de manœuvre normale limitée F'_n

Procédure:

- Ouverture de la chaîne cinématique de puissance, en amont du point de connexion, le plus près possible de celui-ci.
- Réalisation d'une manœuvre normale par application de F_n sur la commande manuelle A_1 de l'interrupteur, du sectionneur de terre ou du sectionneur.
- Mesure de la force F'_n transmise le plus près possible du point d'ouverture.

NOTE - Dans le cas d'une commande à manœuvre indépendante "à accrochage", l'application de F_n est réalisée par la libération du dispositif d'accrochage.

b) Mesure de la force maximale limitée F'_m

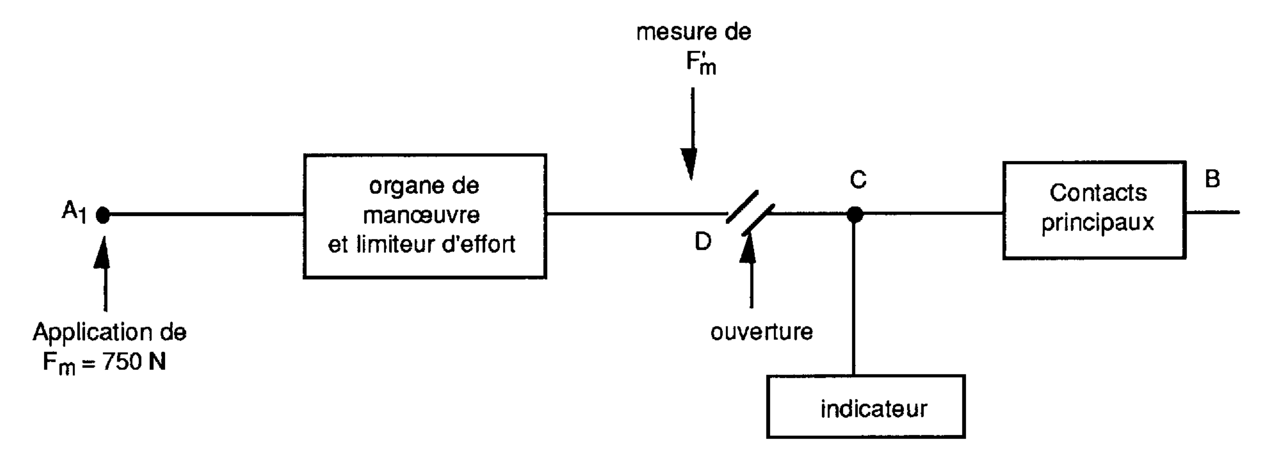


Figure 5 - Mesure de la force maximale limitée F'_m

Procédure:

- Ouverture de la chaîne cinématique de puissance, en amont du point de connexion, le plus près possible de celui-ci.
- Application de F_m = 750 N sur la commande manuelle A_1 de l'interrupteur du sectionneur de terre ou du sectionneur.
- Mesure des forces F'_m transmises le plus près possible du point d'ouverture. Cette mesure s'effectue en maintenant le mécanisme bloqué au point de mesure.

c) Essai de la chaîne indicatrice

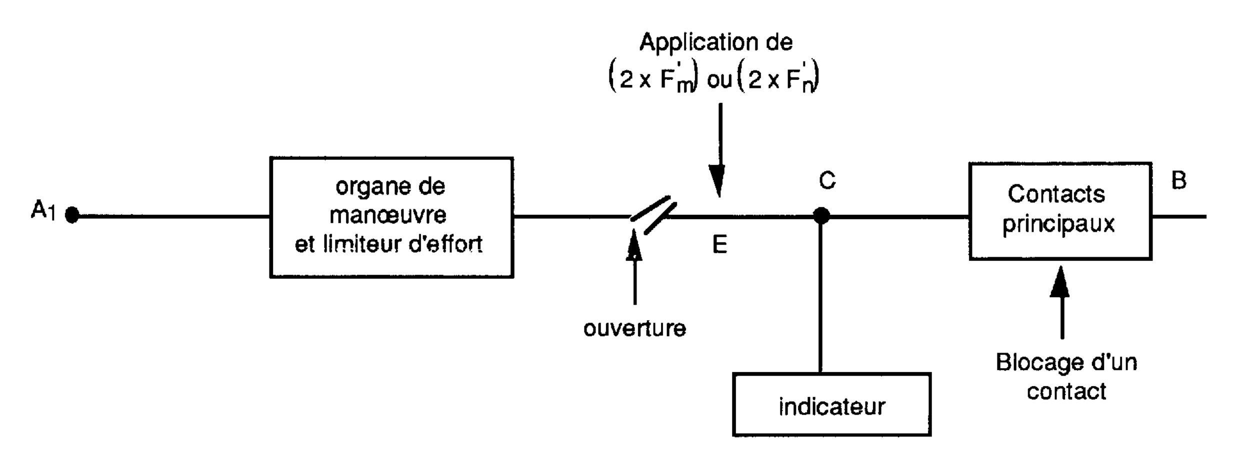


Figure 6 - Essai de la chaîne cinématique

Procédure:

- Blocage d'un contact principal.
- Application d'une force égale à la plus grande des deux valeurs, 2 x F'_m ou 2 x F'_n entre les points d'ouverture et de connexion, le plus près possible du point d'ouverture.

d) Sanctions

Les essais sont jugés satisfaisants si:

- Après une force appliquée inférieure à 500 N, lors de la mesure de la force maximale limitée F'_m, on ne constate ni cassure, ni déformation permanente.
- La relation $F'_m < 1,5\ F'_n$ est respectée.
- Après l'essai de la chaîne cinématique:
  - l'indicateur indique la position réelle de l'appareil,
  - on ne constate ni cassure, ni déformation permanente de la chaîne indicatrice.

7.109.3.2 *Appareils à manœuvre dépendante, non équipés d'un dispositif limiteur d'effort*

Essai de la chaîne indicatrice

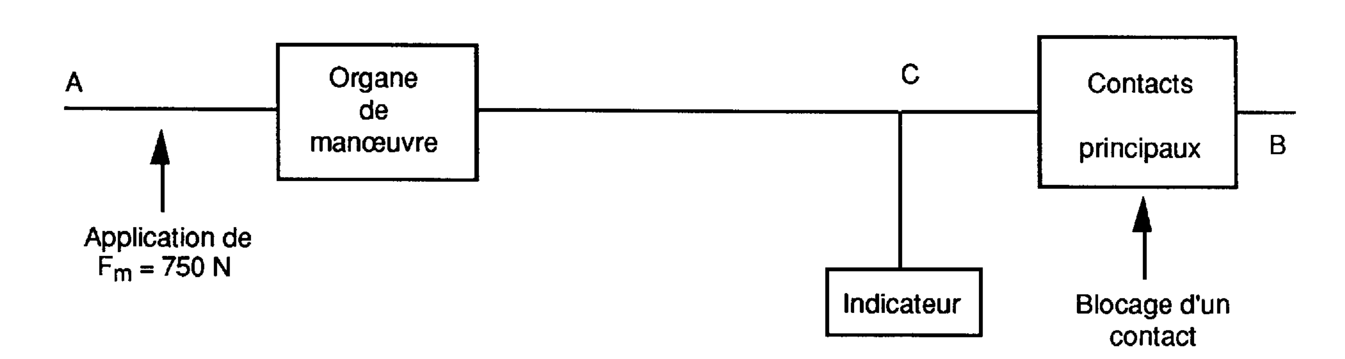


Figure 7 - Essai de la chaîne indicatrice

Procédure:

- Blocage d'un contact principal.
- Application d'une force égale à F_m = 750 N sur l'organe manuel de manœuvre.

Sanctions: Après l'application de cette force:

- l'indicateur doit indiquer la position réelle de l'appareil,
- on ne doit constater ni cassure, ni déformation permanente de la chaîne indicatrice.

7.109.3.3 *Appareils à manœuvre dépendante, équipés d'un dispositif limiteur d'effort*

a) Mesure de la force maximale limitée F'_m

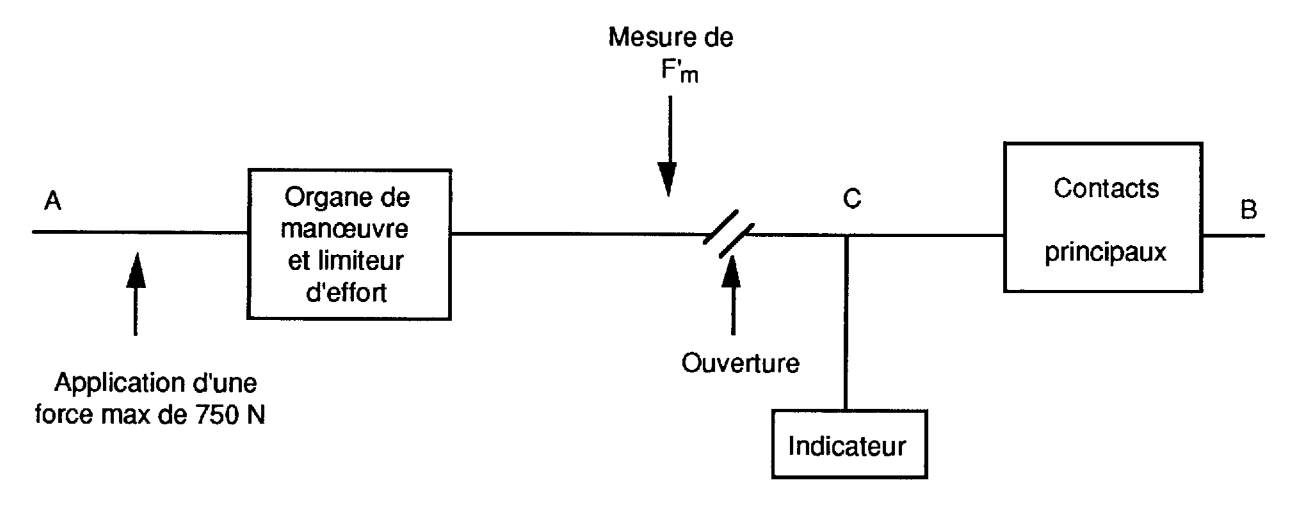


Figure 8 - Mesure de la force maximale limitée F'_m

Procédure:

- Ouverture de la chaîne cinématique de puissance, en amont du point de connexion, le plus près possible de celui-ci.
- Application d'une force permettant une manœuvre normale ou au plus égale à 750 N.
- Mesure des forces F'_m transmises le plus près possible du point d'ouverture. Cette mesure s'effectue en maintenant le mécanisme bloqué au point de mesure.

b) Essai de la chaîne indicatrice

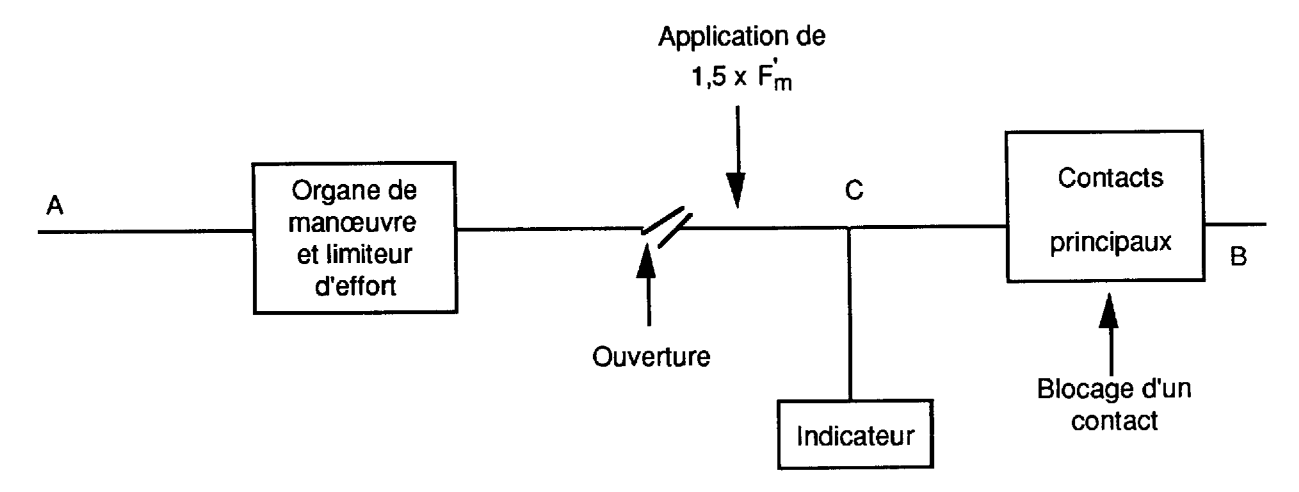


Figure 9 - Essai de la chaîne indicatrice

Procédure:

- Blocage d'un contact principal,
- Application d'une force égale à 1,5 F'_m entre les points d'ouverture et de connexion, le plus près possible du point d'ouverture.

Sanctions: Après l'application de cette force:

- l'indicateur doit indiquer la position réelle de l'appareil,
- on ne doit constater ni cassure, ni déformation permanente de la chaîne indicatrice.

7.109.3.4 *Indicateur de position*

L'indicateur de position peut être symbolisé directement sur une pièce mécanique de la chaîne indicatrice soit par gravure soit par application de peinture.

Si l'indicateur et sa liaison à la chaîne cinématique comportent des pièces mécaniques, il est nécessaire de s'assurer qu'il n'est pas possible que cet ensemble indicateur puisse être gêné pendant leur changement d'état et vienne ainsi supporter la force transmise par la chaîne cinématique de puissance. Un examen visuel est généralement suffisant pour vérifier que cette condition est remplie en particulier lorsque l'indicateur est mécaniquement proche des contacts.

Si un doute persiste il peut alors être nécessaire d'effectuer l'essai suivant:

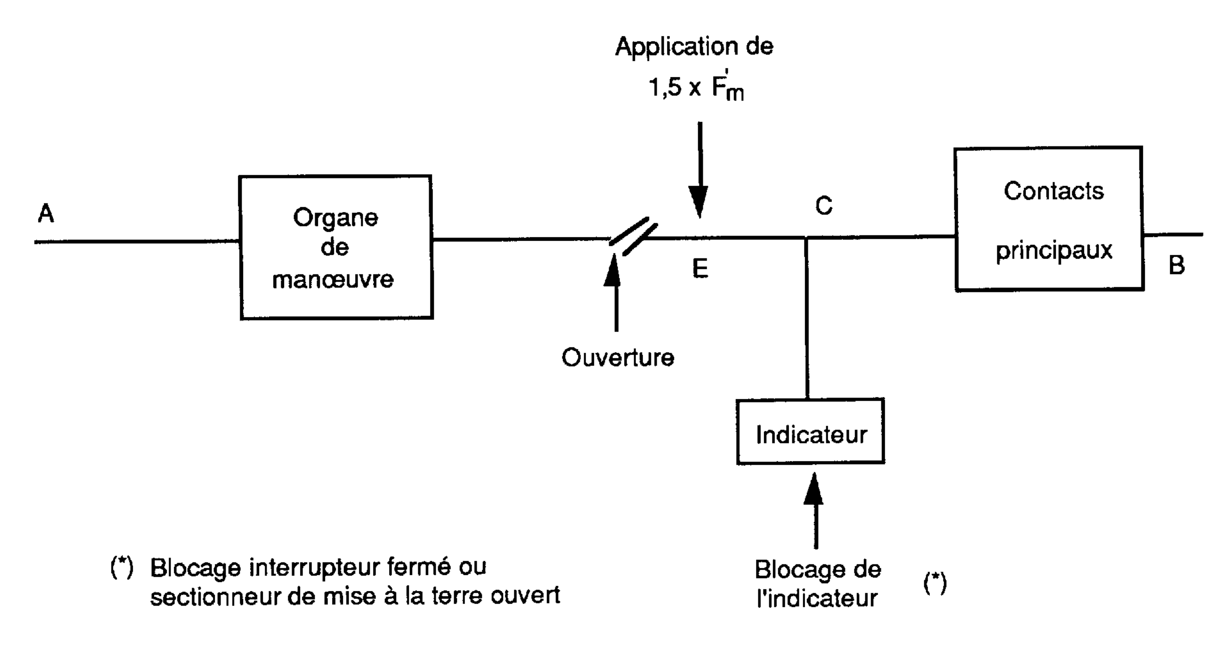


Figure 10 - Essai de l'indicateur

Procédure: Après la mesure de F'_m

- Blocage de l'indicateur
- Application d'une force égale:
  - à 1,5 F'_m au point E, le plus près possible du point d'ouverture pour les commandes équipées d'un limiteur d'effort.
  - à 750 N au point A, pour les commandes non équipées d'un limiteur d'effort.

Sanctions: Après l'application de cette force:

- l 'indicateur doit indiquer la position réelle de l'appareil,
- on ne doit constater ni cassure, ni déformation permanente de la chaîne indicatrice.

7.110 *Essai de longue durée*

Le seul essai de longue durée envisagé aujourd'hui est l'essai sur les traversées pour prises de courant embrochables 400 A.

7.110.1 *Matériel nécessaire*

Pour cet essai, le constructeur fournit trois traversées pour prises de courant embrochables 400 A. Les trois traversées sont fixées sur un même support dont le métal est de même nature que celui de l'unité fonctionnelle. L'emplacement et la fixation des traversées sont identiques à ceux de l'U.F. Les dimensions du support métallique font l'objet d'un accord entre le constructeur et le laboratoire d'essais.

Schéma d'essai de longue durée:

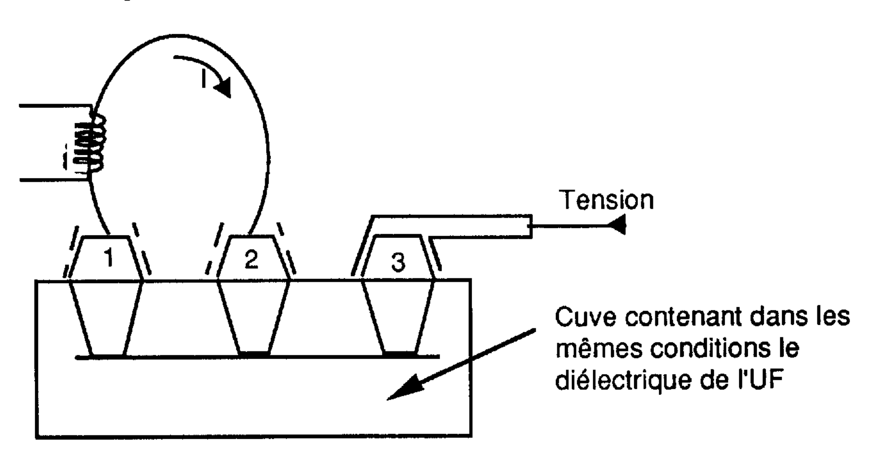


Figure 11 - Schéma d'essai de longue durée

7.110.2 *Modalités de l'essai*

- Tension appliquée : 40 kV/√3 = 23,1 kV entre phases et masse en permanence sur les trois traversées.

- Courant appliqué : 400 A par cycle sur deux traversées.

- Durée d'un cycle : 8 heures d'alimentation 400 A,
16 heures de refroidissement.

7.110.3 *Sanction*

Le niveau de tenue est d'au moins 5 000 heures d'essais et 210 cycles thermiques sans claquage ni amorçage.

7.111 *Vérification de la tenue de vieillissement*

Cette vérification est effectuée conformément à la méthode A de l'essai de vieillissement de niveau 2 du rapport CEI 932 sur un tableau MT comportant deux unités fonctionnelles arrivée interrupteur et une unité fonctionnelle interrupteur-fusibles, associés ou combinés après accord constructeur/utilisateur.

Les unités fonctionnelles sont raccordées avec des câbles type HN 33-S-23 munis d'extrémité type EUIC.

Les systèmes à pression scellés sont remplis à leur pression assignée de remplissage.

7.112 *Essais des systèmes de revêtements de surfaces extérieures*

Les différents éléments métalliques utilisés peuvent être livrés bruts (aluminium, acier inoxydable...), avec un traitement de surface (galvanisation, phosphatation, chromatation...) et/ou avec un revêtement de peinture. Pour les pièces ayant subi un traitement de surface, ses caractéristiques, son épaisseur et sa mise en œuvre doivent être conformes aux normes UTE ou AFNOR correspondantes. L'épaisseur du revêtement sera contrôlé.

Pour les pièces peintes, chacun des trois essais suivants sera effectué sur trois éprouvettes de dimensions 200 mm x 100 mm prélevées après accord entre constructeur et EDF sur des produits industriels.

7.112.1 *Essai d'adhérence*

Les essais sont effectués suivant les modalités de la norme NF J 17-082.
Critère d'acceptation: l'adhérence du feuil sur le subjectile doit être supérieure à 2 MPa.

7.112.2 *Essai de tenue au brouillard salin*

Les essais sont effectués suivant la norme NF X 41-002.
La durée d'exposition est de 240 heures.

Critères d'acceptation: sur les subjectiles métalliques, le cliché de référence est le cliché Ri1 de la norme ISO 4628/3 ou le cliché Re1 de l'échelle européenne de degrés d'enrouillement pour peintures antirouille.

7.112.3 *Essai de vieillissement artificiel*

Les essais sont effectués suivant la norme NF T 30-049 avec 40 cycles constitués de la phase principale.
Critères d'acceptation: ce sont les mêmes que pour l'essai de tenue au brouillard salin (7.112.2).

8 Informations générales

8.1 *Règles pour le conditionnement, le transport, le stockage, la mise en œuvre et la maintenance*

8.1.1 *Conditionnement*

A leur sortie d'usine, tous les interrupteurs seront ouverts et les sectionneurs de terre fermés.

Tous les accessoires (levier de manœuvre, mode d'emploi, notice, etc.) seront fournis avec l'unité fonctionnelle dans le même colisage.

Toutes dispositions seront prises afin d'éviter toute détérioration des revêtements de surface en particulier du synoptique.

8.1.2 *Transport*

Chaque unité fonctionnelle prête à l'emploi doit comporter les éléments nécessaires à sa manutention verticale et horizontale par engin de levage ou chariot élévateur.

Elle doit pouvoir être aisément manutentionnée (moyen de préhension, utilisation possible de rouleaux, points de levage...).

Le constructeur précisera les conditions de manutention et de transport dans la notice (annexe H), y compris installée dans les postes MT/BT préfabriqués.

Réalisés dans ces conditions, la manutention et le transport de l'U.F. ne doivent ni déformer l'enveloppe et ses équipements ni modifier ses caractéristiques spécifiées.

8.1.3 *Stockage*

Les conditions de stockage de l'appareillage sont identiques aux conditions normales de service définies en 3.

8.1.4 *Mise en œuvre*

Les unités fonctionnelles arrivée interrupteur et interrupteur-fusibles associés doivent pouvoir être aisément manutentionnées et mises en place dans les postes préfabriqués. Pour cela elles doivent pouvoir pénétrer par une porte d'accès de dimensions minimales 0,80 m en largeur et 2 m en hauteur.

Si une fixation au sol est nécessaire, elle sera précisée par le constructeur dans la notice (annexe H).

La mise en œuvre d'un tableau doit comprendre: les fixations inter. U.F., les liaisons jeux de barres entre U.F., les fixations éventuelles au sol des U.F., la liaison entre les collecteurs des masses des U.F. et leur raccordement au collecteur général des masses du poste MT/BT, et les raccordements MT. Le raccordement des câbles doit pouvoir s'effectuer par un seul opérateur utilisant une seule main.

8.2 *Fiabilité*

Ce chapitre fait référence aux normes NF X 06-501, NF X 60-500, NF X 60-510, NF X 60-520, NF X 50-500 et à la publication CEI 271.

8.2.1 *Objectifs*

Il s'agit de fixer pour chaque U.F. "arrivée directe", "arrivée interrupteur" et "interrupteur fusibles" à commande manuelle:

- les exigences de fiabilité, c'est-à-dire:
    - la limite supérieure du nombre de défaillances par heure de fonctionnement,
    - la limite inférieure de la durée de vie utile.
- les conditions d'évaluation de la fiabilité opérationnelle.

8.2.2 *Défaillances*

La définition donnée au paragraphe 4 inclut les défaillances ou pertes temporaires des qualités de fonctionnement nécessitant ou non l'intervention d'un opérateur.

Ne sont pas comptabilisées comme défaillances:

- les défaillances causées par négligence, utilisation anormale, accident, vandalisme, non respect des instructions définies dans la notice du constructeur;
- les défaillances dues à une modification des équipements réalisée sans accord préalable du constructeur.

8.2.3 *Taux de défaillance spécifié*

Le taux de défaillance, noté λ, est défini comme le nombre de défaillances par heure de fonctionnement.

$$\lambda = \frac{k}{n \cdot T}$$

où:

- n est le nombre d'unités fonctionnelles en service, au temps to + T, pendant leur durée de vie utile,
- to est le début de l'intervalle d'observation,
- T est la période d'observation, exprimée en heures,
- k est le nombre d'unités fonctionnelles défaillantes pendant l'intervalle [to ; to + T].

Le taux de défaillance spécifié pour l'ensemble des fonctions remplies par une U.F. est au maximum de 0,9 x 10^{-7} défaillance par heure de fonctionnement.

8.2.4 *Durée de vie utile*

La durée de vie utile d'une unité fonctionnelle décomptée à partir de sa mise en service, est d'au moins 30 ans. Celle des indicateurs lumineux doit être d'au moins 20 ans.

8.2.5 *Fiabilité prévisionnelle*

Le constructeur fournira un dossier, avant la qualification du matériel, présentant une Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) qui sera réalisée en conformité avec la norme NF X 60-510. Le niveau d'analyse sera proposé par le constructeur en fonction de sa pratique.

8.2.6 *Fiabilité opérationnelle*

La fiabilité opérationnelle est évaluée en exploitation.

Compte tenu des incertitudes statistiques dues au faible parc et à la durée d'observation limitée, le taux de défaillance opérationnel estimé peut s'écarter en plus ou en moins du taux de défaillance vrai du matériel .

En conséquence, on définit une limite supérieure à 90% de degré de confiance au taux de défaillance opérationnel estimé. Si le taux de défaillance opérationnel estimé dépasse cette limite, le matériel sera considéré comme ne respectant pas la présente spécification.

Pour plus d'information, on peut consulter la norme NF X 06-501.

Cette limite est définie par la formule suivante (loi de Poisson) dans le cas extrême où le taux de défaillance vrai est juste égal au taux de défaillance spécifié:

$$\sum_{i=0}^{k'} e^{-(\lambda n T)} \frac{(\lambda n T)^i}{i!} = 0,90$$

où:

- n est le nombre de matériels en service, au temps to + T, pendant leur durée de vie utile,
- to est le début de l'intervalle d'observation,
- T est la période d'observation, exprimée en heures,
- k' le nombre de matériels défaillants maximal toléré.

k' sera calculé sur l'ensemble des matériels en exploitation, à compter de leur mise en service et pendant leur durée de vie utile.

La période d'observation T sera de 1 an.

La figure en annexe J donne le nombre maximal de défaillances tolérées en fonction du nombre d'unités fonctionnelles en fonctionnement.

8.3 *Maintenabilité*

Ce chapitre fait référence aux normes NF X 60-010 et NF X 60-500.

8.3.1 *Maintenance préventive*

Dans des conditions normales d'emploi, d'environnement et dans les limites des performances, l'ensemble des éléments constitutifs des U.F., autres que les U.F. disjoncteurs, ne doit nécessiter aucun entretien, c'est-à-dire aucune révision, aucun graissage, aucun nettoyage, aucun échange de pièce à titre préventif.

En ce qui concerne les disjoncteurs, si un entretien préventif est nécessaire, les différentes opérations d'entretien avec leur périodicité seront précisées par le constructeur dans une notice d'entretien.

8.3.2 *Maintenance corrective (dépannage)*

Pour les U.F. autres que disjoncteur, elle se limitera:

- à l'échange de fusibles,
- à l'échange des lampes, des indicateurs lumineux de présence tension, dont l'opération ne devra pas excéder 15 min,
- à l'échange de tout ou partie d'une commande par une autre.

Pour les U.F. disjoncteur, le constructeur précisera dans la notice d'entretien, les dispositions prises pour la maintenance corrective.

Le constructeur précisera les opérations nécessaires à l'échange des éléments et à leur remise en service.

Le constructeur devra préciser dans chaque notice, la procédure à appliquer pour récupérer le SF_6 utilisé dans les systèmes à pression scellés.

8.4 *Dossier d'identification*

8.4.1 *Définition du dossier d'identification*

Le dossier d'identification (DI) caractérise un modèle proposé par le constructeur répondant aux spécifications du matériel définies par les normes correspondantes.

Il fournit tous les éléments nécessaires à:

- la connaissance du matériel concerné;
- la vérification de l'identité des différents exemplaires d'un même modèle.

8.4.2 *Composition du dossier d'identification*

Le dossier d'identification comprend:

- les plans généraux (ensembles, sous-ensembles, plans d'installation) indiquant en particulier les cotes principales et la nature des matériaux utilisés pour les jeux de barres, les collecteurs de terre, les pièces isolantes, les écrans, les enveloppes métalliques, les contacts de coupure, etc.;
- une notice concernant la manutention, l'installation, le fonctionnement et l'entretien du matériel (voir sommaire-type en annexe H). Cette notice sera fournie avec chaque tableau;
- la fiche caractéristique (voir en annexe G);
- le mode d'emploi (voir annexe I). Il sera affiché dans chaque poste MT/BT.

8.4.3 *Etablissement et diffusion*

Le dossier d'identification est établi par le constructeur sous sa responsabilité. Quatre exemplaires sont fournis à EDF.

Un exemplaire est tenu sur place chez le constructeur à la disposition éventuelle du service de contrôle d'EDF.

8.4.4 *Mise à jour du dossier d'identification*

Si des modifications sont apportées par le constructeur au matériel, EDF doit en être averti selon les modalités suivantes.

8.4.4.1 *Modifications importantes*

Les modifications affectent les valeurs qui figurent dans la fiche de caractéristiques du DI. Après accord, le constructeur adresse à EDF quatre exemplaires de la mise à jour des documents concernés par les modifications. Un état récapitulatif des différentes modifications sera alors joint au DI. Selon les cas, EDF indique au constructeur les essais de qualification à renouveler. Ceux-ci sont alors à la charge du constructeur.

8.4.4.2 *Modifications mineures*

Seul l'exemplaire du DI détenu par le constructeur est mis à jour pour contrôle par le représentant d'EDF.

Annexe A (Normative)

**Schémas unifilaires
des unités fonctionnelles**

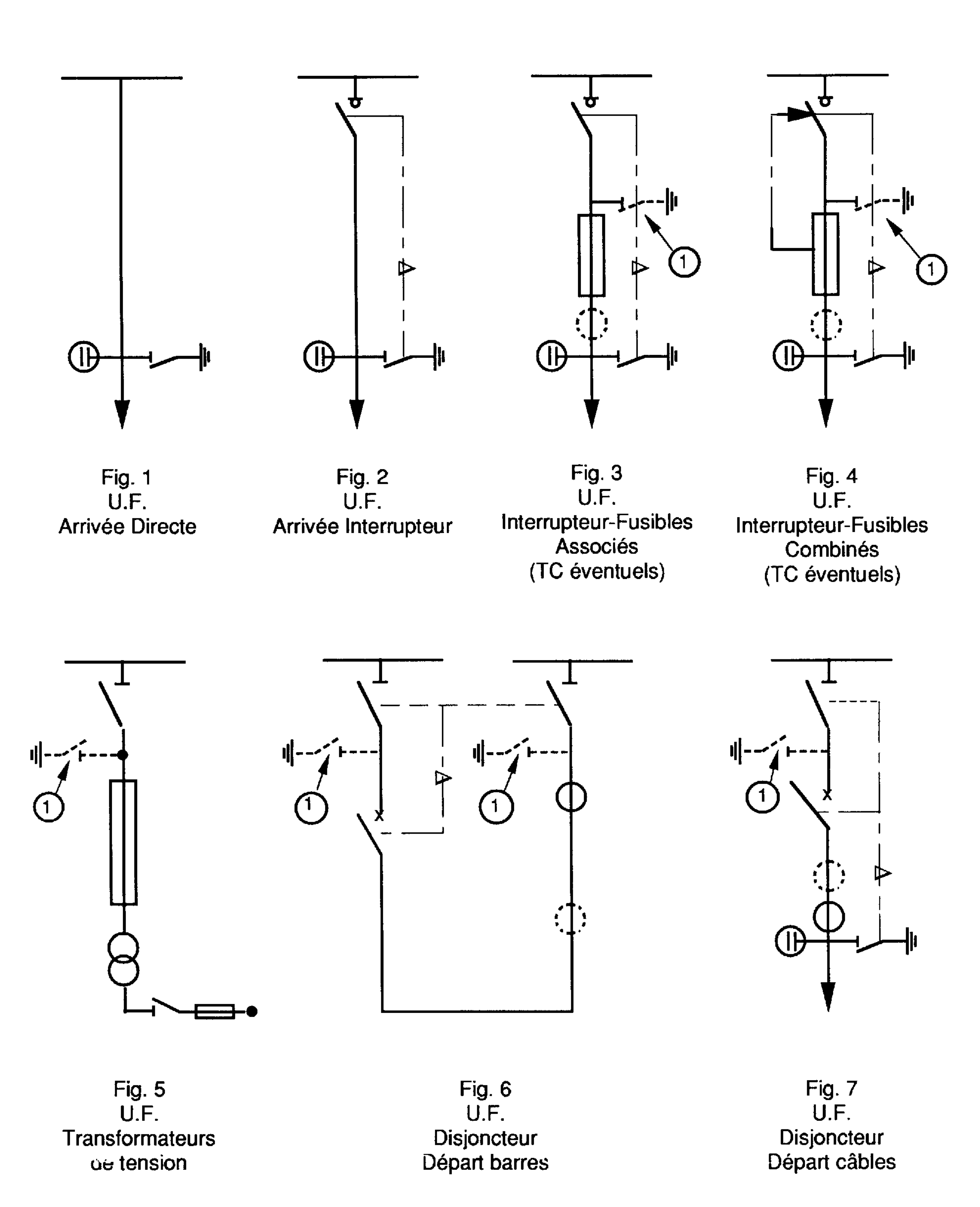


Fig. 1
U.F.
Arrivée Directe

Fig. 2
U.F.
Arrivée Interrupteur

Fig. 3
U.F.
Interrupteur-Fusibles
Associés
(TC éventuels)

Fig. 4
U.F.
Interrupteur-Fusibles
Combinés
(TC éventuels)

Fig. 5
U.F.
Transformateurs
de tension

Fig. 6
U.F.
Disjoncteur
Départ barres

Fig. 7
U.F.
Disjoncteur
Départ câbles

(1) Sectionneur de mise à la terre si les parties conductrices pénétrant dans un compartiment accessible en exploitation normale, ne sont pas mises en court-circuit et à la terre par l'ouverture du sectionneur ou de l'interrupteur-sectionneur.

ANNEXE B (Normative)

Caractéristiques du dispositif de présence et d'absence de tension MT

B1 Conditions d'absence et de présence de tension

Ce dispositif de présence et d'absence de tension MT est installé dans chacune des deux U.F. arrivée-interrupteur destinées à l'alimentation des postes en double dérivation.

L'absence ou la présence de tension sur les interfaces de raccordement MT peut être détectée à partir de l'un des diviseurs capacitifs associés aux indicateurs lumineux d'état de tension.

V étant la tension mesurée entre phase et neutre sur le réseau MT, l'ensemble capteur et dispositif d'information doit détecter avec certitude, en un temps au plus égal à 150 ms:

- l'absence de tension si $V \leq 1{,}2$ kV
- la présence de tension si $V \geq 4$ kV

et ceci dans les cas suivants:

- l'indicateur lumineux de la phase correspondante est en état de fonctionnement;
- la lampe ou l'indicateur est déconnecté.

L'information absence et présence tension sera réalisée à partir de l'interface L2 (voir paragraphe 6.103.1). Elle doit être insensible aux variations de courants MT ainsi qu'à l'établissement et à la coupure de courant MT. L'information absence et présence tension ne doit pas varier, lors d'un contrôle de concordance de phases.

B2 Réalisation de l'information d'absence et de présence de tension

L'information présence de tension sera donnée par un contact fermé, isolé de toute source d'alimentation.

L'information absence de tension sera donnée par l'ouverture du contact présence de tension.

Ce contact doit avoir les caractéristiques suivantes:

Tension nominale d'emploi : Ue = 12 V continus
Tension nominale d'isolement: Ui = 60 V continus
Courant nominal d'emploi : Ie = 0,4 A continu
Courant minimal établi: Im = 5 mA sous 12 V continus et charge résistive
Courant de courte durée admissible : 100 A efficace 50 Hz pendant 30 ms
Tenue diélectrique : voir paragraphe 5.3 de la présente spécification.
Pouvoirs nominaux de fermeture et de coupure : 0,4 A sous 12 V continus avec une constante de temps L/R de 40 ms (± 15%)
Endurance mécanique : 10 000 manœuvres F/O sans défaillance

Le contact d'information sera disponible sur deux bornes (à visser) identifiées U1L2 et U2L2 non accessibles en exploitation normale (IP2XC). Ces bornes pourront se situer dans le bornier de la commande électrique.

B3 Source auxiliaire d'énergie

Si une source auxiliaire d'énergie est nécessaire au dispositif, elle sera de 48 V assignés à courant continu avec les caractéristiques suivantes:

Tension comprise entre 40,8 V et 55,2 V
Taux d'ondulation inférieur à 2% de 50 à 3 000 Hz

Cette source, extérieure à l'U.F. sera fournie par un permutateur automatique de sources d'alimentation conforme à la spécification HN 45-S-41. Elle sera prise sur le bornier de la commande électrique. Si une protection des circuits 48 V est installée sur le dispositif de présence et d'absence tension MT, elle doit être coordonnée avec celles du permutateur (HN 45-S-41).

Le courant absorbé par le dispositif d'absence et de présence tension doit être inférieur à 100 mA sous 48 V.

Le changement d'état du contact d'information peut nécessiter la présence de la source auxiliaire 48 V, par contre, l'absence de 48 V ne doit pas entraîner de changement d'état.

B4 Essais

- Essais diélectriques

Le niveau d'isolement entre circuits galvaniquement indépendants doit être de 2 kV à 50 Hz et de 5 kV aux chocs de foudre (onde 1,2/50 µs).

Ces essais seront réalisés avec les essais des circuits auxiliaires BT, selon la figure 1.

- Contrôle des seuils d'absence et de présence tension, pour une tension auxiliaire de 40,8 ; 48 et 55,2 V.

Il sera effectué pendant les essais des indicateurs lumineux de présence tension:

- Contact ouvert pour $V \leq 1,2$ kV
- contact fermé pour $V \geq 4$ kV

- Contrôle de la consommation

Il sera effectué pendant les essais de seuils. Le courant ne doit pas excéder 100 mA sous 48 V si le dispositif nécessite une source auxiliaire.

- Contrôle d'insensibilité

Lors des essais d'établissement et de coupure de l'interrupteur de l'U.F. (paragraphe 7.101.1), le dispositif doit transmettre en permanence l'information présence tension lorsque cette dernière est présente.

B5 Fiabilité - Maintenabilité

Durée de vie utile:

La durée de vie utile du dispositif décomptée à partir de sa mise en service, est d'au moins 15 ans.

Taux de défaillance spécifié:

Le taux de défaillance spécifié du dispositif est au maximum de $0,5 \times 10^{-7}$ défaillance par heure de fonctionnement.

Maintenabilité:

- pendant sa durée de vie utile, le dispositif ne doit nécessiter aucune maintenance préventive,
- en cas de défaillance, le constructeur précisera dans la notice la procédure d'échange du dispositif incluant éventuellement l'échange des indicateurs lumineux.

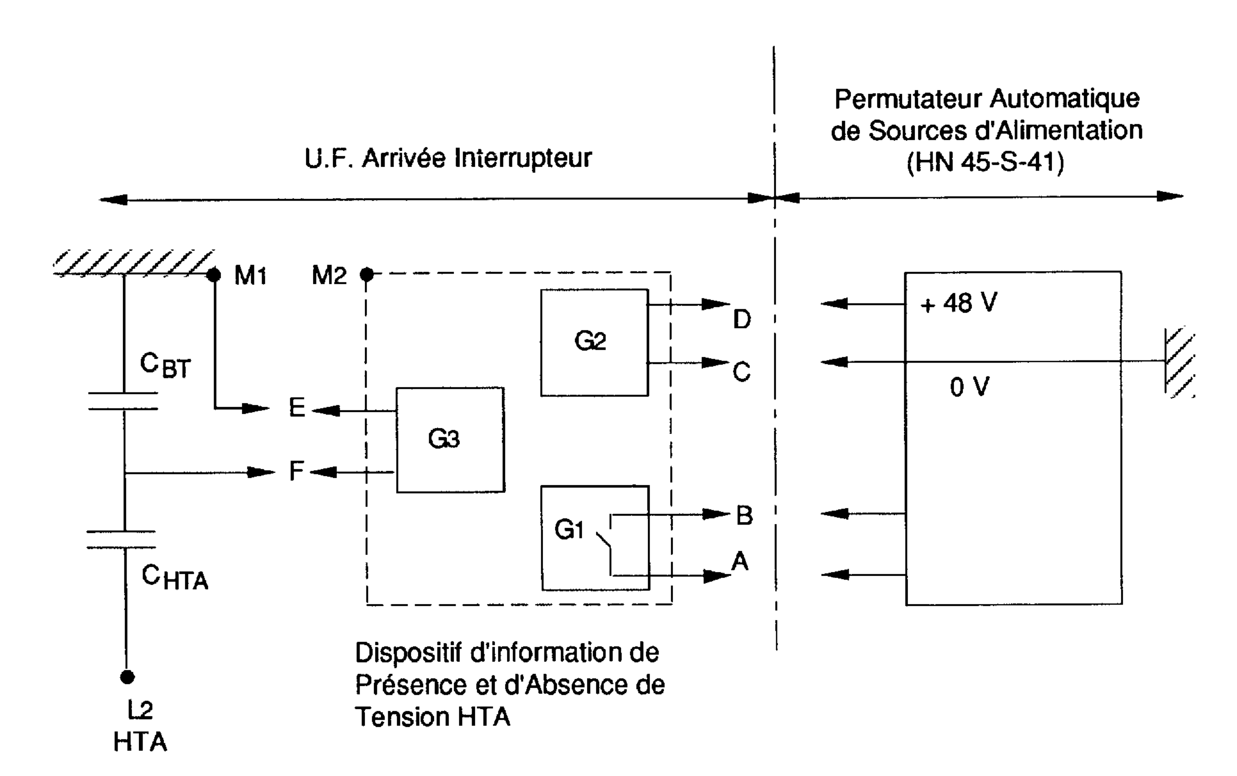


Figure 1 : Essais diélectriques

G1, G2 et G3	: Circuits électriques galvaniquement indépendants
M1	: Masse de l'U.F. arrivée interrupteur
M2	: Masse éventuelle du dispositif Présence/Absence U_{HTA}

1) Essais en mode commun

- Toutes les liaisons sont déconnectées en A, B, C, D, E et F
- Essais de Tenue entre G1, G2 et G3 : 2 kV 50 Hz 1 min et 5 kV aux ondes de choc;

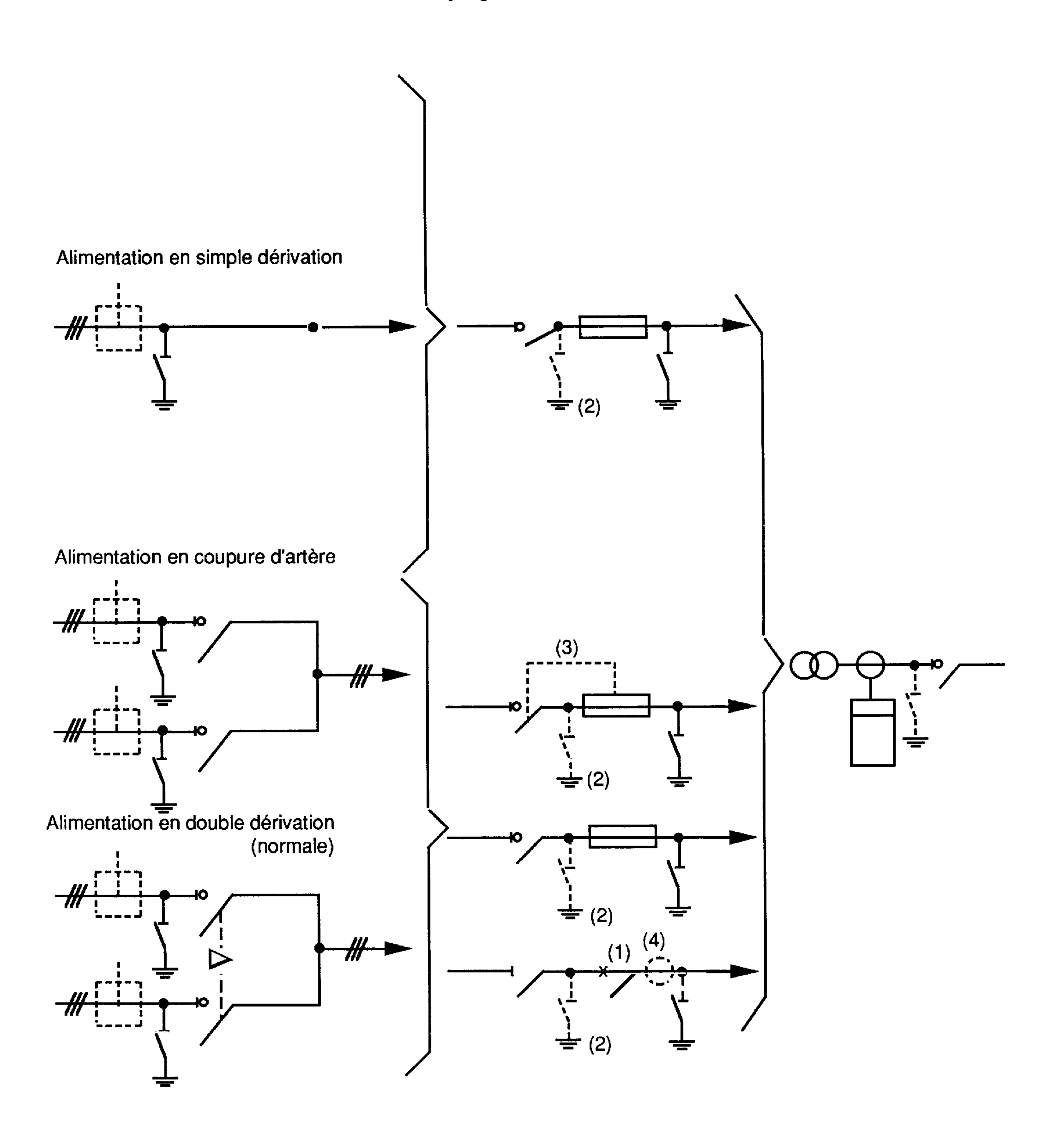
Essai entre (A relié à B) et (C, D, E, F, M1 et éventuellement M2 reliés entre eux);
Essai entre (C relié à D) et (A, B, E, F, M1 et éventuellement M2 reliés entre eux);
Essai entre (E relié à F) et (A, B, C, D, M1 et éventuellement M2 reliés entre eux).

2) Essais en mode différentiel

- Les liaisons de G1 sont déconnectées en A et B
- Essais de tenue entre A et B : 1 kV 50 Hz 1 min et 2 kV aux ondes de choc.

Annexe C (Normative)

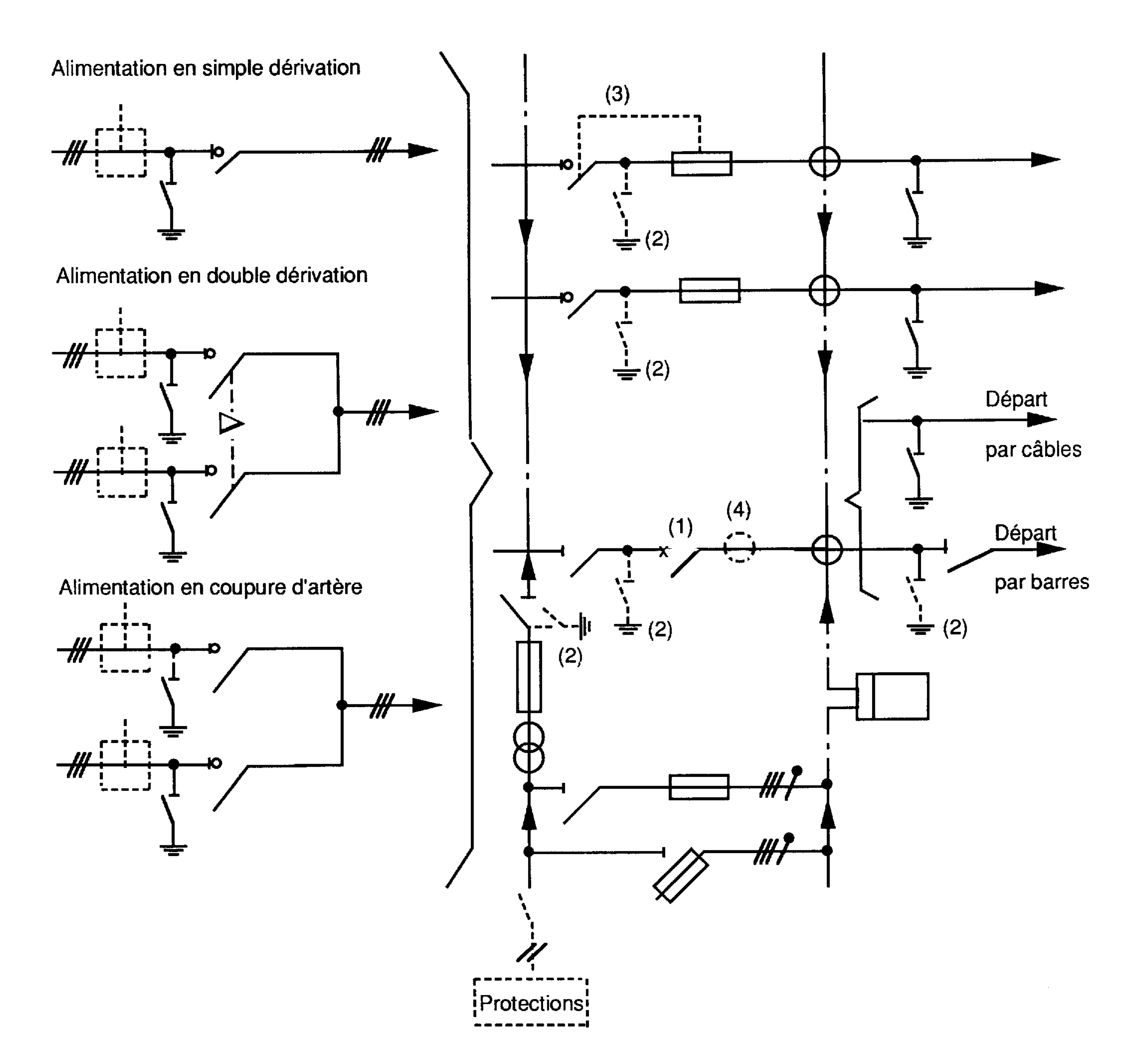
Fig. C1 : Schéma-type d'un poste équipé d'appareillage HTA sous enveloppe métallique à comptage en basse tension



(1) Protection générale par disjoncteur lorsque le courant de base I_B est ≥ 45 A. (Postes clients)
(2) Sectionneur de mise à la terre si les parties conductrices pénétrant dans un compartiment accessible en exploitation normale, ne sont pas mises en court-circuit et à la terre par l'ouverture du sectionneur ou de l'interrupteur-sectionneur.
(3) Interrupteur-Fusibles combinés (Postes clients)
(4) Transformateurs de courant (ou deuxième enroulement) éventuels pour la protection.

Annexe C (Normative)

Fig. C.2 : Schéma-type d'un poste équipé d'appareillage HTA sous enveloppe métallique à comptage en haute tension



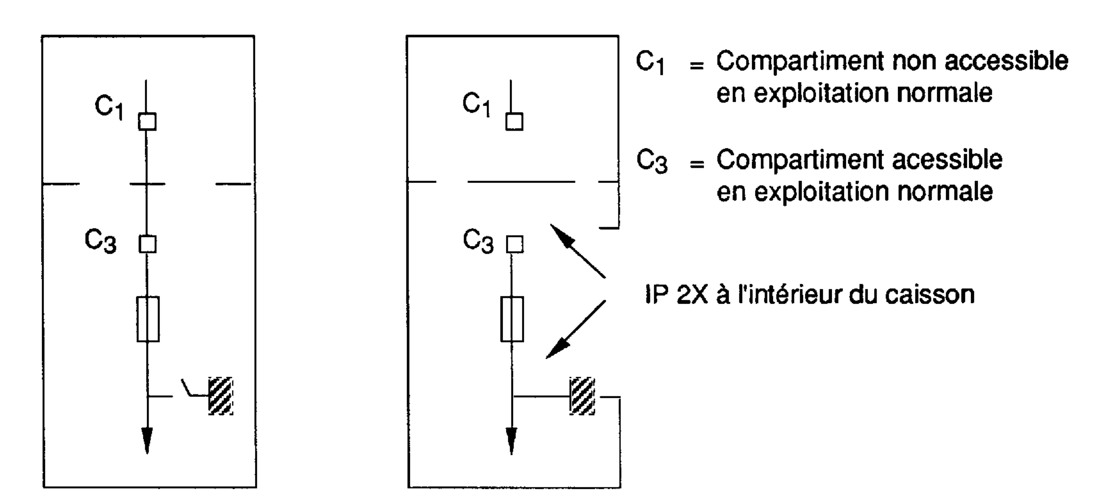
(1) Protection générale par disjoncteur lorsque le courant de base I_B est ≥ 45 A.
(2) Sectionneur de mise à la terre si les parties conductrices pénétrant dans un compartiment accessible en exploitation normale, ne sont pas mises en court-circuit et à la terre par l'ouverture du sectionneur ou de l'interrupteur-sectionneur.
(3) Interrupteur-Fusibles combinés.
(4) Transformateurs de courant éventuels pour la protection.

Annexe D (informative)

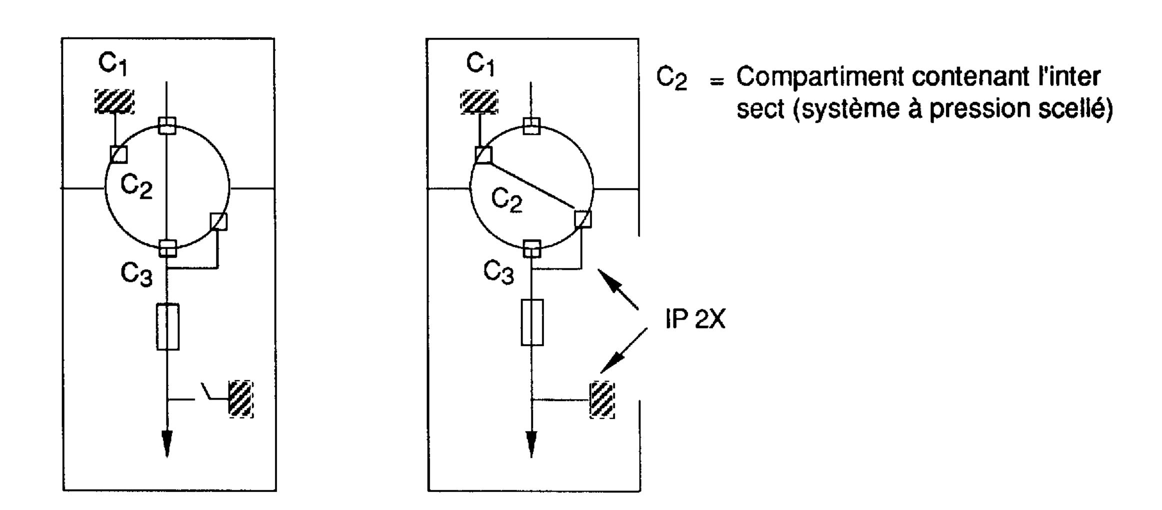
Règles et exemples de conception

Règle 1: Toutes les parties conductrices d'un compartiment accessible en exploitation normale, susceptibles d'être mises sous tension et qui pénètrent dans un compartiment voisin, doivent pouvoir être mises en court-circuit et à la terre.

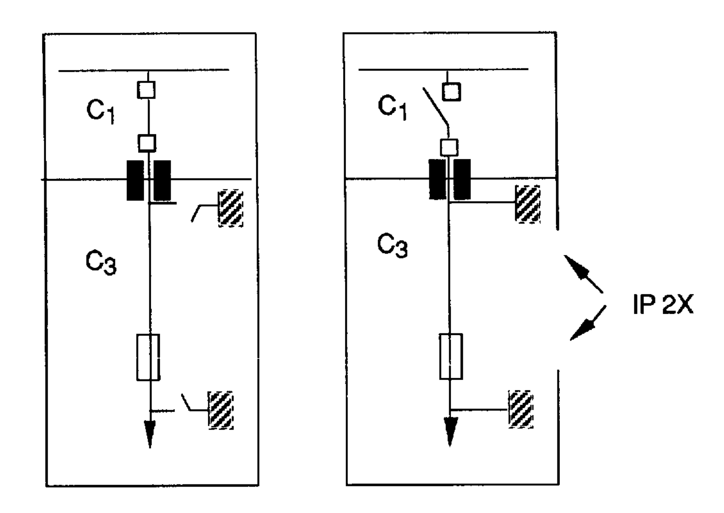
Exemples d'application: U.F. interrupteur-fusibles associés.



Cas a: Inter sect à deux positions. Pas de partie conductrice du compartiment C_3 pénétrant dans le compartiment C_1. Pas de sectionneur de mise à la terre en amont des fusibles.



Cas b: Inter sect à trois positions. Les parties conductrices du compartiment C_3 pénétrant dans le compartiment C_2 sont mises en c/c et à la terre par l'inter sect.



Cas c: Inter sect à deux positions. Des parties conductrices du compartiment C_3 pénètrent dans le compartiment C_1 sans être mises en c/c à la terre. Nécessité d'un sectionneur de mise à la terre en amont des fusibles.

Règle 2: Par convention, la valeur minimale du courant de courte durée admissible d'un sectionneur de terre est de 1 kA. Cette valeur, homogène avec celle du courant de court-circuit d'un transformateur 15 kV/BT de 1 000 kVA alimenté par le secondaire, a été choisie:

a) pour assurer la fonction "mise en court-circuit et à la terre",
b) pour garantir une continuité électrique (tenue électrique et mécanique),

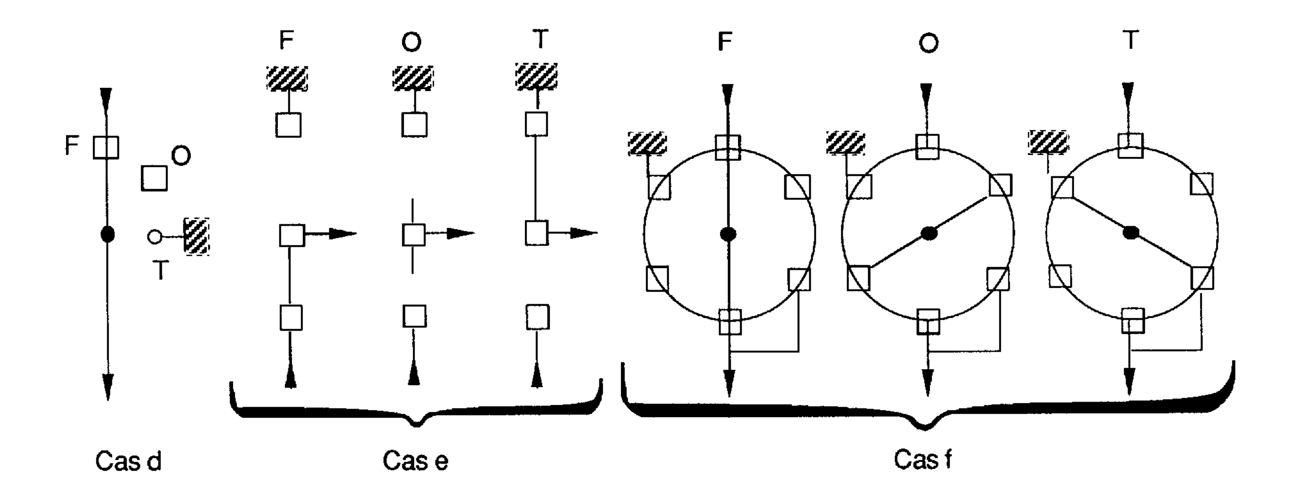
Règle 3: Par convention, le courant de courte durée admissible de la liaison entre un sectionneur de mise à la terre et le collecteur des masses de l'U.F. est identique à celui du sectionneur de terre.

Règle 4: Lorsque deux appareils séparés sont interverrouillés entre eux, leur courant de courte durée admissible est déterminé en considérant que les interverrouillages remplissent leur fonction. Toutefois, une défectuosité même peu probable de ces interverrouillages, ne doit pas mettre en danger l'opérateur. En conséquence, le matériel doit remplir l'une des deux conditions suivantes:

- Les appareils possèdent un courant de courte durée admissible de 12,5 kA.
- Le compartiment de l'U.F. contenant le sectionneur de mise à la terre est essayé dans les conditions de l'arc interne.

Règle 5: Un interrupteur-sectionneur à trois positions ne peut être simultanément en position "Interrupteur fermé" et "Sectionneur de terre fermé". On admet donc qu'il est impossible d'établir un courant de court-circuit traversant l'interrupteur-sectionneur et le sectionneur de terre.

Exemples:



F: Inter sect en position fermé.
O: Inter sect en position ouvert.
T: Sectionneur de MALT en position fermé.

Règle 6: Les circuits principaux MT d'un compartiment doivent être dimensionnés:

- pour le courant assigné en service continu du circuit,
- pour les courants consécutifs à tous les défauts situés sur les circuits aval à l'exception des défauts internes initiés par un arc interne dans ce compartiment.

Annexe E (normative)

Comparateur de phases simplifié

E1 Principe

Les unités fonctionnelles raccordées par des câbles MT (paragraphe 6.4.1) comportent un dispositif indicateur de l'état de tension des câbles. Ce dispositif est constitué:

- d'un diviseur capacitif dont la valeur du condensateur de base MT est supérieure ou égale à 8 pF;
- et d'un indicateur lumineux indiquant l'état de tension: allumage fixe ou clignotant lors d'une présence de tension MT sur les câbles.

Le principe du comparateur de phases, est de permettre la vérification de la concordance de phases entre les unités fonctionnelles arrivée sous-tension d'un même tableau, en utilisant les diviseurs capacitifs des indicateurs d'état de tension, sans modification de ces dispositifs. Les deux U.F. "arrivée" peuvent être alimentées par une même source ou par deux sources de mêmes indices horaires. La vérification s'effectuera au moyen d'une indication lumineuse.

Lorsque les indicateurs L1, L2 et L3 de deux unités fonctionnelles arrivée sont alimentés par des réseaux MT de même indice horaire, le comparateur connecté entre deux indicateurs de même repère (L1, L2 ou L3) doit être éteint; il y a concordance de phases.

Si le comparateur fournit une indication lumineuse lorsqu'il est connecté entre deux indicateurs de deux U.F. "arrivée" de même repère (L1, L2 et L3), il n'y a pas concordance de phases entre les deux U.F. "arrivée" MT.

E2 Conditions de fonctionnement

- Le fonctionnement du comparateur de phases simplifié est prévu pour le tableau conforme à la spécification HN 64-S-41 pour lequel il est conçu. Il peut être conçu pour fonctionner sur tous les tableaux conformes aux spécifications HN 64-S-41 et HN 64-S-42.

- Fonctionnement pour une tension triphasée, comprise entre 6 et 24 kV entre phases.

- Fréquence du réseau 50 Hz ± 10 Hz.

- Domaine nominal de fonctionnement: Température - 15°C à + 40°C.
  Humidité: inférieure à 80% à 40°C.

- Limites extrêmes de stockage - 25°C à + 70°C.

- Tenue diélectrique longitudinale : 2 000 V à 50 Hz.

- Alimentation: le comparateur de phases ne doit comporter aucune source d'énergie interne. L'énergie nécessaire à son fonctionnement sera prise sur les diviseurs capacitifs du tableau MT. Les caractéristiques de la tension aux bornes des indicateurs lumineux sont à fournir par le constructeur du tableau MT.

- Couleur de l'indicateur lumineux: Blanc, Orange ou Rouge.

- Indication lumineuse: suivant le même principe que celui retenu pour les indicateurs d'état de tension: fixe ou clignotante. Dans ce dernier cas, la fréquence de clignotement doit être supérieure à 2 Hz à la tension de 24 kV entre phases.

- Seuil de fonctionnement

Le comparateur doit indiquer une discordance de phases entre deux indices décalés de 120° de deux tensions triphasées de 6 kV entre phases.

- Temps de réponse

Lorsque deux unités fonctionnelles "arrivée" sont alimentées par un réseau triphasé d'une tension comprise entre 10 et 24 kV entre phases, le comparateur doit indiquer la discordance en moins de 2 s à partir de sa connexion entre deux indicateurs L1 et L2.

E3 **Condition de non fonctionnement**

Aucune indication lumineuse ne doit être visible lorsque le comparateur est connecté entre deux indicateurs d'état de tension de même indice horaire et alimentés par deux sources triphasées dont les tensions entre phases sont différentes de 3 kV.

E4 **Caractéristiques constructives**

- L'opération de contrôle de concordance de phases, comprenant les connexions aux indicateurs d'un tableau MT et le contrôle de l'indication lumineuse doit pouvoir s'effectuer par un seul opérateur, à l'aide de ses deux mains sans aucune fixation, sans aucun appareillage ou outil.

Les connexions aux indicateurs du tableau seront effectuées à l'aide de fiches de 4 mm de diamètre, comportant ou non une pointe de touche, la distance maximale entre les indicateurs du tableau est de 1,5 m.

- Le boîtier, en matériau isolant, doit satisfaire au degré IP2X de la Publication 529 de la CEI. L'une des fiches de connexion peut être à demeure sur le boîtier. Les conducteurs utilisés seront d'une seule et même couleur, suffisamment souples pour faciliter l'opération de contrôle, et présenter une très bonne endurance mécanique.

- Endurance mécanique et électrique

Le comparateur doit permettre d'effectuer 200 opérations de contrôle de concordance de phases, c'est-à-dire environ 1 000 connexions et 600 fonctionnements en discordance pendant 10 secondes.

Toutes dispositions doivent être prises pour assurer une bonne tenue de l'ensemble aux chocs et vibrations dus au transport et à la manutention du comparateur.

- Plaque indicatrice

Devront apparaître clairement sur le boîtier:

- comparateur de phases,
- le nom du constructeur du boîtier,
- le nom du constructeur et le type de chaque tableau auquel il est destiné.

E5 **Essais et contrôles**

E5.1 *Contrôles fonctionnels: Ils sont effectués sur un tableau MT constitué de deux U.F. "arrivée" pour lesquelles il est destiné*

E5.11 *Contrôle de non fonctionnement*

L'une des deux U.F. "arrivée" est alimentée par une source triphasée de 3 kV (tension mesurée entre phases), dont le neutre est relié à la terre. Sur la seconde U.F. "arrivée", l'interrupteur MT est ouvert et les trois phases sont court-circuitées et reliées à la terre par fermeture du sectionneur de mise à la terre.

Le comparateur étant connecté entre deux indicateurs de même repère (par exemple L1) des deux U.F. "arrivée", il ne doit pas s'éclairer.

E5.12 *Contrôles d'essais de fonctionnement dans les conditions normales*

Modalités

Deux U.F. "arrivée" sont alimentées par une source triphasée variable de 0 à 24 kV de telle sorte que les indicateurs de même repère (L1, L2 ou L3) soient de même indice horaire.

Exécution, sanctions

Le comparateur est connecté entre l'indicateur L1 d'une U.F. "arrivée" et l'indicateur L2 de la deuxième U.F. "arrivée". On monte progressivement la tension triphasée simultanément sur les deux U.F. (1 kV/2 s).

On contrôle ou on détermine:

- Le seuil de fonctionnement et la fréquence éventuelle de l'indication lumineuse.

- Pour les tensions de 6,15/√3, 10, 20/√3, 15, 20 et 24 kV la fréquence éventuelle de l'indicateur lumineuse.

- Pour une tension de 10 kV, le temps de réponse du comparateur: l'indication lumineuse doit apparaître moins de 2 s après la connexion du comparateur.

- Pour une tension de 24 kV, que le comparateur, connecté à un seul indicateur L1, l'autre connexion étant isolée de tout potentiel ou de la masse du tableau, ne donne aucune indication lumineuse.

- Pour une tension de 24 kV, que le comparateur, connecté successivement entre les deux L1, les deux L2 et les deux L3, ne donne en aucun cas, une indication lumineuse. Entre chaque connexion, on s'assure du bon fonctionnement du comparateur en le connectant entre deux indicateurs d'indices différents.

A chaque connexion, on s'assure du bon fonctionnement des indicateurs lumineux du tableau MT.

E5.2 *Contrôles divers*

- Contrôle de fonctionnement - Endurance

Le comparateur est alimenté par une source 50 Hz de 220 volts ± 15% pendant 1 minute. Pendant cet essai, le comparateur doit fournir une indication lumineuse.

On détermine la fréquence de clignotement éventuelle sous une tension d'alimentation de 220 V.

- Il est effectué:

  - un contrôle de l'IP 2X,
  - un contrôle fonctionnel aux limites du domaine nominal de fonctionnement,
  - un contrôle de la tenue diélectrique.

Modalités

L'essai est effectué en courant alternatif avec une tension sinusoïdale de fréquence nominale 50 Hz fourni par une source ayant un courant de court-circuit d'au moins 0,1 A pour le réglage correspondant à la tension d'épreuve. Il est effectué dans les conditions atmosphériques suivantes:

- Température ambiante : 15°C à 35°C
- Humidité relative : 45% à 75%
- Pression atmosphérique : 860 mbar à 1 060 mbar

Exécution

La tension est appliquée entre les deux fiches servant de connexions et la masse. La masse est constituée par une feuille métallique souple recouvrant entièrement l'appareil, y compris les cordons de raccordement, en laissant seulement une zone non recouverte au plus égale à 20 mm autour des extrémités libres des cordons.

Tension d'épreuve 2 000 V eff. pendant 1 minute.

Sanction

On ne doit constater ni contournement, ni perforation, ni effluve.

Annexe F (Informative)

DÉFAUTS INTERNES

PLAN DE MONTAGE

plafond

mur

≥ 1 400 mm

Tableau en essai

unité fonctionnelle en essai

câbles

plancher

Vue de face

mur

indicateurs

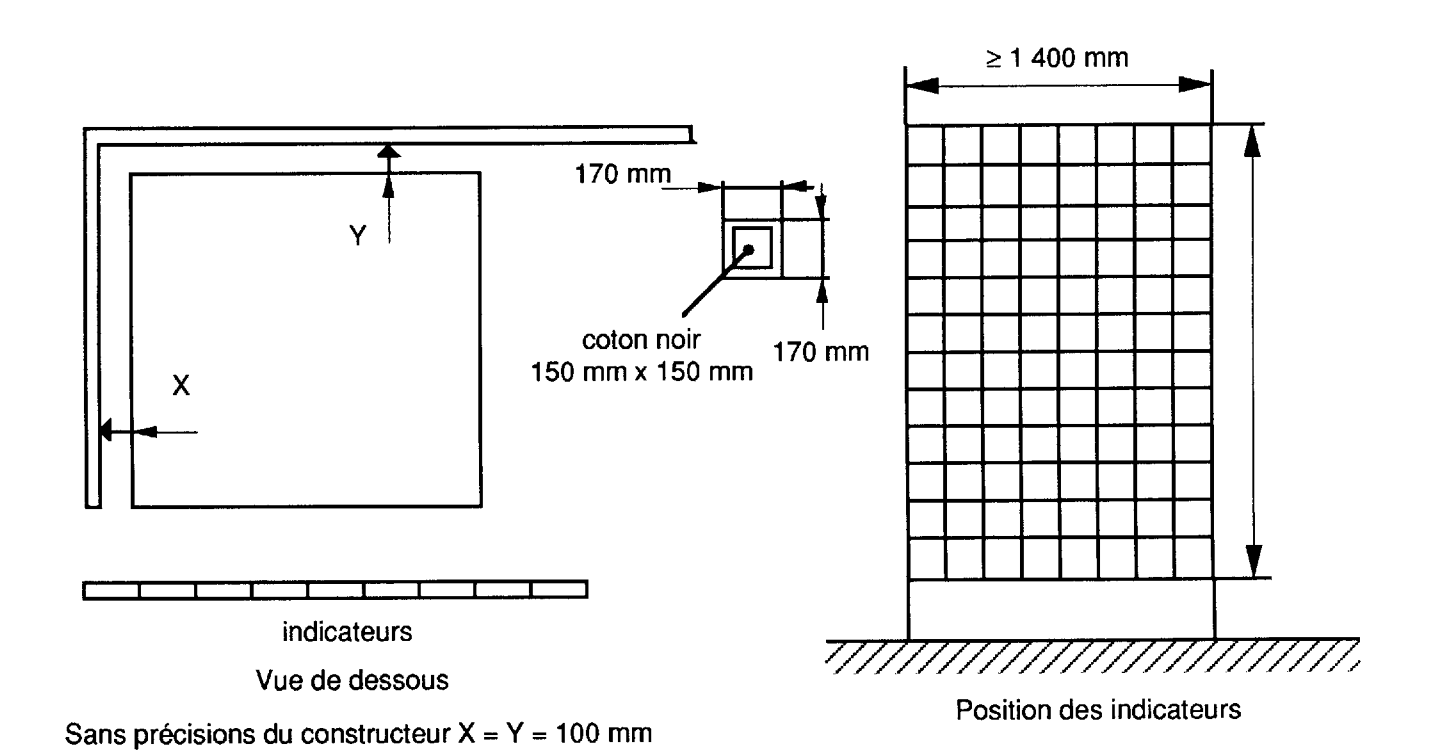
Y

2 100 mm

2 000 mm

300 mm

Vue de coté



Vue de dessous

Position des indicateurs

Sans précisions du constructeur X = Y = 100 mm
Si les valeurs différentes de 100 mm X et Y > 20 mm

ANNEXE G (informative)

FICHE DE CARACTERISTIQUES

G1 Généralités

G1.1 *Désignation du produit*

G1.2 *Référence aux normes et spécifications*

G2 Caractéristiques générales

G2.1 *Caractéristiques assignées*

- Pression assignée de remplissage.
- Taux de fuite résumé sur la durée de vie utile de l'U.F.
- Pression d'essais.

G2.2 *Caractéristiques électriques assignées*

G2.3 *Dimensions et masse*

- Dimensions extérieures;
- Distance à réserver pour la mise en œuvre et l'exploitation de l'U.F.;
- Dispositifs pour la fixation de l'U.F., passage et fixation des câbles de raccordement, fixation du circuit de terre;
- Masse approximative de l'U.F.;
- Volume ou masse du SF_6.

G2.4 *Degrés de protection*

G3 Caractéristiques des éléments constitutifs principaux

G3.1 *Interrupteurs-Sectionneurs (arrivée ou interrupteur-fusibles)*

- Caractéristiques électriques assignées;
- Pression assignée de remplissage - Pression minimale de fonctionnement - Taux de fuite admissible;
- Commande: type, mode d'entraînement;
- Nature des contacts de coupure.

G3.2 *Fusibles*

- Caractéristiques électriques assignées des circuits MT et des éléments de remplacement;
- Tableau d'utilisation en fonction de la puissance du transformateur;
- Type.

G3.3 *Jeu de barres*

- Caractéristiques électriques assignées;
- Nature, section;
- Revêtement extérieur, protection.

G3.4 *Circuits de mise à la terre*

- Sectionneurs de terre. Caractéristiques électriques assignées, type de commande, verrouillages, nature des contacts;
- Collecteur de terre. Caractéristiques électriques assignées, nature, section, revêtement extérieur;
- Accès aux conducteurs. Caractéristiques électriques assignées, nature, couple de serrage du collecteur de terre.

G3.5 *Diviseurs capacitifs, indicateurs lumineux, boîtiers d'essais et de concordance de phase*

- Type, fournisseur;
- Valeurs caractéristiques (condensateurs primaires et secondaires, fréquence de clignotement, type ampoule...).

G3.6 *Supports, isolants, écrans*

- Type;
- Fiche de caractéristiques (HN 60-S-02).

G3.7 *Enveloppe*

- Nature;
- Protection contre la corrosion (matériaux utilisés, normes de référence des produits et de leur mise en œuvre).

ANNEXE H (Informative)

SOMMAIRE-TYPE D'UNE NOTICE

Première partie

H1 Généralités

- Composition de l'U.F. (identification des différentes fonctions composant l'U.F.);
- Schéma unifilaire;
- Photos des différentes fonctions, compartiments (portes ouvertes et fermées), synoptiques, etc.

H2 Description de l'unité fonctionnelle

- Enveloppe;
- Jeu de barres, sectionneurs de mise à la terre...;
- Interrupteurs-sectionneurs ou sectionneurs: partie active, mécanisme de la commande;
- Verrouillages mécaniques avec schémas de principe si nécessaire;
- Notice concernant le raccordement des différents câbles arrivée, liaison transformateur;
- Accessoires pour condamnation, essais de câbles...

Deuxième partie

H3 Transport, montage, mise en service

- Liste des matériels composant la livraison;
- Transport, livraison, manutention (dimensions et poids);
- Stockage;
- Implantation, montage, raccordements. Différents plans ou schémas doivent présenter les différents cas d'implantation, les précautions à prendre, les plans du génie civil nécessaire, les cotes de fixation éventuelles, etc.;
- Mise en service.

H4 **Exploitation**

- Manœuvre des interrupteurs et des sectionneurs de terre;

- Essais des câbles (pavé de terre). Des photos ou schémas devront illustrer les différentes phases de la procédure d'accès aux conducteurs et le retour au schéma normal d'exploitation;

- Changement des éléments de remplacement des fusibles;

- Echange des indicateurs lumineux;

- Opérations de contrôle de concordance des phases;

- Identification des fonctions et des raccordements MT (pancartes PR11).

H5 **Entretien**

- Echange des indicateurs lumineux d'état de tension et du dispositif d'absence et de présence tension MT;

- Echange d'une commande. Pour chaque fonction, procédure avec illustration des différentes étapes (photos ou schémas);

- Conditions d'accès aux compartiments;

- Procédure de récupération du SF_6.

H6 **Dépannage, pièces de rechange**

La deuxième partie constitue la notice d'exploitation.

ANNEXE I (Informative)

MODE D'EMPLOI

I1 Utilisation

Le mode d'emploi, livré avec chaque tableau MT, doit être affiché dans chaque poste MT/BT. Il doit permettre de définir:

- le schéma électrique de chaque fonction, suivant la position des organes de manœuvre représentés sur le synoptique du tableau;
- les opérations à effectuer pour modifier le schéma électrique de chaque fonction;
- les conditions d'accès aux conducteurs des câbles arrivée;
- la manière dont doit être contrôlée la position des contacts.

I2 Constitution

De format minimum A3 pour les tableaux DP, le support devra permettre sa fixation sur une surface métallique, bois ou béton.

Son impression devra permettre une bonne visibilité des schémas pendant au moins 10 ans.

I3 Schémas représentés

Les schémas unifilaires et la représentation des synoptiques doivent distinguer quatre situations:

- interrupteurs ouverts - sectionneurs de terre ouverts;
- interrupteurs fermés - sectionneurs de terre ouverts;
- interrupteurs ouverts - sectionneurs de terre fermés;
- accès aux conducteurs tête de câble (pour la fonction arrivée).

ANNEXE J (Normative)

NOMBRE MAXIMAL DE DEFAILLANCES TOLEREES EN FONCTION DU NOMBRE D'UNITES FONCTIONNELLES EN SERVICE

